

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Юргинский технологический институт
Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность
Профиль: Защита в чрезвычайных ситуациях
Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения сжиженного газа на ООО «Томскнефтехим» г. Томск

УДК 614.8:662.767-404:003.52:005.334:665.6.013(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г30	Кузнецов Александр Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭиАСУ	Нестерук Д.Н.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Луговцова Н.Ю.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Филонов А.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2018 г.

Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе
направления 20.03.01 – Техносферная безопасность

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания, достаточные для комплексной инженерной деятельности в области техносферной безопасности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области техносферной безопасности для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с организацией защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей, осуществлять надзорные и контрольные функции в сфере техносферной безопасности.
P4	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных, на этой основе разрабатывать технику и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов, знания по охране труда и охране окружающей среды для успешного решения задач обеспечения техносферной безопасности.
P6	Обоснованно выбирать, внедрять, монтировать, эксплуатировать и обслуживать современные системы и методы защиты человека и природной среды от опасностей, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
	Универсальные компетенции
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельной работе и к самостоятельному обучению в течение всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт	Юргинский технологический институт
Направление	Техносферная безопасность
Профиль	Защита в чрезвычайных ситуациях
Кафедра	Безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой БЖДЭиФВ
 _____ С.А. Солодский
 «__» _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	Кузнецов Александр Викторович
3-17Г30	

Тема работы:

Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения сжиженного газа на ООО «Томскнефтехим» г. Томск	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	30.01.2018 г. № 10

Срок сдачи студентами выполненной работы:	09.06.2018 г.
-------------------------------------------	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Парк хранения газа представлен восьмью резервуарами РШС объемом 600 м ³ . Хранимое вещество – пропан Плотность ОВ – 450 кг/м ³ Масса ОВ – 230 т Площадка хранения газа оборудована обвалованием. Площадь поддона –144 м ² . Метеоусловия: температура окружающей среды – 0,6° С, скорость ветра – 1 м/с, направление ветра в диапазоне [0°...360°] – 135° Масса горючего в облаке – 180,9 кг
Перечень подлежащих исследованию,	1 Изучить литературные данные по вопросам декларирования потенциально опасных объектов,

проектированию и разработке вопросов	<p>провести анализ аварийных ситуаций на предприятиях нефтепереработки.</p> <p>2 Провести анализ аварийных ситуаций возникновения ЧС при полном разрушении ШР-600 с сжиженным газом.</p> <p>3 Рассчитать индивидуальный, коллективный пожарный риск, а также последствия разрушения резервуара для опасных исходов, выявленных на основе анализа дерева событий.</p>
---------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	ассистент каф. ЭиАСУ Нестерук Дмитрий Николаевич
Социальная ответственность	ассистент каф. БЖДЭиФВ Луговцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	ассистент каф. БЖДЭиФВ Филонов Александр Владимирович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	15.02.2018 г.
-------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры БЖДЭиФВ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17Г30	Кузнецов Александр Викторович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 78 страниц, 11 рисунков, 17 таблиц, 12 формул, 52 источника, 11 приложений.

Ключевые слова: АВАРИЯ, СЖИЖЕННЫЙ ГАЗ, ОГНЕННЫЙ ШАР, ПОЖАР-ВСПЫШКА, ВЗРЫВ ТВС, КОЛЛЕКТИВНЫЙ РИСК, ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПОЖАРНЫЙ РИСК.

Объектом исследования является резервуар для хранения сжиженного газа на нефтехимическом предприятии ООО «Томскнефтехим».

Цель работы – оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара на ООО «Томскнефтехим» г. Томск

Задачи:

- изучить литературные данные по вопросам декларирования потенциально опасных объектов, провести анализ аварийных ситуаций на нефтехимических предприятиях.

- провести анализ аварийных ситуаций и оценку риска возникновения ЧС при полном разрушении РШС с газом.

- рассчитать индивидуальный, коллективный, пожарный риск, а также последствия разрушения резервуара для опасных исходов, выявленных на основе анализа дерева событий.

Abstract

The final qualifying work contains: 78 pages, 11 figures, 17 tables, 12 formulas, 52 sources, 11 applications.

Key words: FAILURE, LIQUEFIED GAS, FIERY BALL, FIRE-EXPLOSION, EXPLOSION FAIL, COLLECTIVE RISK, INDIVIDUAL FIRE RISK

The object of the study is a tank for storage of liquefied gas at the petrochemical enterprise LLC «Tomskneftekhim».

The purpose of the work-risk assessment and calculation of the consequences of destruction of the tank at LLC «Tomskneftekhim» Tomsk

Tasks:

- to study the literature data on the Declaration of potentially dangerous objects, to analyze emergency situations at petrochemical enterprises.
- to carry out the analysis of emergency situations and assessment of risk of emergency in case of full destruction of the RSH with gas.
- calculate the individual, collective, fire risk, and the consequences of the destruction of the tank for hazardous outcomes identified based on the analysis of the event tree.

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе были использованы следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.004 Система стандартов безопасности труда

ГОСТ 12.1.007-76 Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (с изм. от 28.03.1990 № 625).

ГОСТ 12.1.010-76 Взрывобезопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.2.020-76 Система стандартов безопасности труда. Электрооборудование взрывозащитное

ГОСТ 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов.

ГОСТ Р 22.0.02-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

ГОСТ Р 22.1.02-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование.

Список условных сокращений:

ЧС – чрезвычайная ситуация.

ЧС(Г) – чрезвычайная ситуация, вызванная взрывом природного газа;

РШС600 – резервуар шарообразный стальной;

СГ – сжиженный газ;

ЛЧС(Г) – ликвидация чрезвычайной ситуации, вызванной взрывом СПГ;

АСФ(Г) – аварийно-спасательные формирования, предназначенные для ликвидации взрыва природного газа;

ЛВГ – ликвидация взрыва газа;

ГГ – горючий газ;

АСДНР – аварийно-спасательные и другие неотложные работы;

АХОВ – аварийно-химически опасное вещество.

СИЗ – средство индивидуальной защиты;

РХН – радиационное и химическое наблюдение;

АВР – автоматический ввод резерва;

ОВ – опасное вещество;

СУГ – сжиженный углеводородный газ;

ОПО – опасные производственные объекты.

ЖПП – жидкий продукт пиролиза.

СНЛК – служба наблюдения и лабораторного контроля.

ПДК – предельно допустимая концентрация.

АСДНР – аварийно-спасательные и другие неотложные работы.

Оглавление

	С.
Введение	11
1 Нефтехимические предприятия	13
1.1 Нефтехимические предприятия как потенциально опасные объекты	13
1.2 Опасности технологических установок нефтеперерабатывающих предприятий	13
1.3 Категории объектов относящихся к особо опасным объектам	15
1.4 Требования к опасным объектам	16
1.5 Обязанности организации, эксплуатирующей опасный производственный объект	17
1.6 Разработка декларации для особо опасных объектов	20
1.7 Оценка риска для опасных производственных объектов	21
1.8 Пожарная безопасность	23
2 Объект и методы исследования	27
2.1 Основные операции, производимые с нефтью и нефтепродуктами	27
2.2 Структурные элементы объекта и их характеристика	29
2.3 Сведения об опасном веществе	33
2.4 Резервуары для хранения СУГ	34
2.5 Обеспечение действий сил и средств объектового звена РСЧС	36
3 Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения СУГ	39
3.1 Исходные данные для расчета	39
3.2 Расчет последствий разрушения	40
3.2.1 Описание сценария аварии рассеяние без воспламенения	42
3.2.2 Расчет последствий аварии по сценарию пожар-вспышка	43
3.2.3 Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси	44
3.2.4 Расчет последствий аварии по сценарию огненный шар	47
3.3 Оценка риска	49
4 Финансовый менеджмент	51
4.1 Оценка экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на ООО«Томскнефтехим» при разрушении РШС-600 для хранения пропана	52
4.2 Затраты на локализацию (ликвидацию последствий) и расследование причин аварии	53
4.2.1 Расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии	54
4.2.1.1 Затраты на питание ликвидаторов аварии	54
4.2.1.2 Затраты на оплату труда ликвидаторов аварии	56
4.2.1.3 Затраты на горюче-смазочные материалы	57
4.2.1.4 Затраты на амортизацию используемого оборудования и технических средств	59
4.2.1.5 Затраты на материалы и спецодежду, израсходованных при ликвидации ЧС	60

4.2.2 Расходы на расследование причин аварии	61
4.3 Косвенный ущерб	61
4.4 Экологический ущерб	62
5 Социальная ответственность	64
5.1 Описание рабочего места. Анализ вредных и опасных производственных факторов	64
5.2 Анализ вредных и опасных факторов	65
5.3 Опасные производственные факторы	67
5.4 Охрана окружающей среды	69
5.5 Организационные мероприятия по улучшению искусственного освещения	70
Заключение	72
Список использованных источников	73
Приложение А Оценка числа пострадавших при пожаре-вспышка	79
Приложение Б Граница зон поражения	80
Приложение В Оценка числа пострадавших при взрыве ТВС	81
Приложение Г Расчет последствий ударных волн при взрыве ТВС	82
Приложение Д Расстояние вероятного поражения человека при взрыве ТВС	83
Приложение Е Граница зон поражения при ЧС взрыв ТВС	84
Приложение Ж Оценка числа пострадавших при огненном шаре	85
Приложение И Вероятность смертельного поражения при огненном шаре	86
Приложение К Граница зон поражения при ЧС огненный шар	87
Приложение Л Анализ риска	88
Приложение М Поля потенциального риска	89

Введение

Нефтеперерабатывающая промышленность сегодня является одной из самых важных в промышленности страны и во всем мире.

Создание современных нефтехимических холдингов, сложное технологическое оборудование, особенности технологического процесса и человеческий фактор способны оказывать прямое воздействие на жизнедеятельность предприятия.

Развитие данной отрасли промышленности предполагает использование большого количества ряда химических веществ, которые, зачастую, являются отравляющими и способны нанести огромный вред здоровью человека и окружающей среде.

В соответствии с вышесказанным, остро стоит вопрос об обеспечении безопасности и защиты сотрудников и территорий от негативного действия после взрыва резервуара с СГ.

На предприятии ООО «Томскнефтехим» (ЗАО «СИБУР Холдинг») существует ряд объектов, на которых хранятся, перерабатываются, транспортируются и используются воспламеняющиеся и пожароопасные вещества.

Цель работы – оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара.

Объект исследования – процесс организации ликвидации ЧС при взрыве и разгерметизации (полном разрушении) резервуара сжиженным газом под давлением.

Для достижения цели:

- изучить условия хранения сжиженного газа под давлением ООО «Томскнефтехим»;

- изучить литературные данные по вопросам декларирования потенциально опасных объектов, провести анализ аварийных ситуаций на предприятиях нефтепереработки;

- провести анализ аварийных ситуаций и оценку риска возникновения ЧС при полном разрушении РШС600 с СГ;

- рассчитать индивидуальный, коллективный и пожарный риск, а также последствия разрушения резервуара для опасных исходов, выявленных на основе анализа дерева событий.

1 Нефтехимические предприятия

1.1 Нефтехимические предприятия как потенциально опасные объекты

Нефтехимические заводы – одни из опаснейших производственных промышленных объектов, на которых получают, используют, перерабатывают, хранят и транспортируют взрывопожароопасные вещества. Обычно подобные промышленные объекты располагаются около больших населенных пунктов.

На нефтехимических предприятиях ведется переработка больших объемов прямогонного бензина, природного газа и различных нефтепродуктов, которые представляют собой взрывоопасные, легковоспламеняющиеся и горячие газы и жидкости, которые требуют особых условий хранения в соответствии с ФЗ № 778 [1].

В процессе работы на установках нефтехимических и предприятий и в технологических цехах могут возникнуть взрывы и пожары во время разгерметизации трубопроводов и оборудования.

Различные травмы, в том числе и смертельные, способны нанести человеку воздушная ударная волна и продукты взрыва, образовавшаяся в результате ее воздействия. Повышение давления воздуха, при воздействии ударной волны, воспринимается человеком как резкий удар. Возможные повреждения при этом: различные переломы, повреждения внутренних органов, сотрясение мозга, разрыв кровеносных сосудов, разрыв барабанных перепонки.

1.2 Опасности технологических установок нефтеперерабатывающих предприятий

В настоящее время на территории Томской области зарегистрировано 30 химически опасных объектов, которые используют в своем производстве АХОВ более 20 различных наименований. Наибольшую опасность и серьезные

последствия для проживающего населения представляют химические аварии на опасных объектах с выбросом АХОВ, а также аварии, возникающие в процессе транспортировки АХОВ железнодорожным и автомобильным транспортом [2].

Для технологических установок подобных заводов характерен большой объем углеводородов, который достигает сотни тонн, давление, в несколько раз превышающее атмосферное, и температуры, которые превышают температуры кипения и достигают 850 °С.

На территориях нефтехимических заводов кроме технологических установок находятся также склады реагентов, товарные парки и парки промежуточных продуктов, с запасом сырья. В таком случае опасность данного объекта определяется количеством вещества и его физико-химическими особенностями, определяющими класс опасности вещества по ГОСТу 12.1.007-76 [3].

Резервуарные парки и склады где хранятся легковоспламеняющиеся и горючие жидкости опасны возможностью возгорания, так как при нарушении герметизации на территорию произойдет разлив части или всего объема резервуара.

Состояние основных фондов является одной из главных технических проблем, влияющих на безопасность эксплуатации опасных производственных объектов.

Помимо этого, плохая трудовая и низкая технологическая дисциплины могут вызывать нарушения установленных эксплуатационных режимов техники.

Из-за этого снижается надежность и долговечность оборудования, а также повышается аварийность на производстве.

В складывающихся в настоящее время экономических условиях предприятиях приходится использовать оборудование до их полного или частичного выхода из строя.

Одним из основных факторов производственной дестабилизации является критический износ основных фондов производства. Одна из причин

заключается в нерегулярном мониторинге и прогнозе технического состояния техники, исчерпавшего нормативный ресурс.

По информации Ростехнадзора, на нефтехимических предприятиях, в основном аварийные ситуации связаны с разгерметизацией технологического оборудования, проливом и выбросом взрывоопасных веществ.

Промежуточные и перерабатываемые продукты на производстве – это горячие жидкости в перегретом, жидком и парообразном состоянии, воспламеняющиеся газы, при разгерметизации технологического оборудования жидкие углеводороды мгновенно переходят в парообразное состояние, образуя взрывоопасное облако, которое при присутствии источника воспламенения может приводить к взрыву, и к пожару пролива при разливе жидкой фазы. Нефтегазовые продукты – это потенциально опасные вещества, определяющие своими химическими, токсикологическими, физическими или биологическими свойствами опасность для человеческого здоровья и жизни.

Характеристики и технологические условия применения веществ, используемых на технологической установке, в существенной степени определяют возможные сценарии развития аварий и возникающие при этом поражающие факторы.

1.3 Категории объектов относящихся к особо опасным объектам

Опасными производственными объектами в соответствии с Федеральным законом N 116[4] являются предприятия или их цехи, участки, площадки, а также иные производственные объекты на которых:

- получают, используют, перерабатывают, образуют, хранят, транспортируют, уничтожают опасные вещества следующих видов:

- воспламеняющиеся вещества - газы, которые при нормальном давлении и в смеси с воздухом становятся воспламеняющимися и температура кипения которых при нормальном давлении составляет 20 градусов Цельсия или ниже;

- окисляющие вещества - вещества, поддерживающие горение, вызывающие воспламенение и (или) способствующие воспламенению других веществ в результате окислительно-восстановительной экзотермической реакции;

- горючие вещества - жидкости, газы, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

- используется оборудование, работающее под избыточным давлением более 0,07 мегапаскаля:

- пара, газа (в газообразном, сжиженном состоянии);
- воды при температуре нагрева более 115 °С;
- иных жидкостей при температуре, превышающей температуру их кипения при избыточном давлении 0,07 МПа.

1.4 Требования к опасным объектам

В соответствии с Федеральным законом № 116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [4] опасные производственные объекты обязаны:

- подлежать регистрации в государственном реестре в порядке, устанавливаемом Правительством Российской Федерации;

- опасные производственные объекты в зависимости от уровня потенциальной опасности подразделяются на четыре класса опасности:

- I класс опасности - опасные производственные объекты чрезвычайно высокой опасности;

- II класс опасности - опасные производственные объекты высокой опасности;

- III класс опасности - опасные производственные объекты средней опасности;

- IV класс опасности - опасные производственные объекты низкой опасности.

Присвоение класса опасности опасному производственному объекту осуществляется при его регистрации в государственном реестре. Руководитель организации, эксплуатирующей опасные производственные объекты, несет ответственность за полноту и достоверность сведений, представленных для регистрации в государственном реестре опасных производственных объектов, в соответствии с законодательством Российской Федерации

1.5 Обязанности организации, эксплуатирующей опасный производственный объект

Организации, которые эксплуатируют опасные производственные объекты обязаны соответствие с Федеральным законом № 116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» статья 9 [5] выполнять следующее:

- обеспечивать безопасность опытного применения технических устройств на опасном производственном объекте;

- иметь лицензию на осуществление конкретного вида деятельности в области промышленной безопасности, подлежащего лицензированию в соответствии с законодательством Российской Федерации;

- обеспечивать укомплектованность штата работников опасного производственного объекта в соответствии с установленными требованиями;

- допускать к работе на опасном производственном объекте лиц, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям и не имеющих медицинских противопоказаний к указанной работе;

- обеспечивать проведение подготовки и аттестации работников в области промышленной безопасности;

- иметь на опасном производственном объекте нормативные правовые акты, устанавливающие требования промышленной безопасности, а также правила ведения работ на опасном производственном объекте;

- организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности;

- обеспечивать наличие и функционирование необходимых приборов и систем контроля за производственными процессами в соответствии с установленными требованиями;

- обеспечивать проведение экспертизы промышленной безопасности зданий сооружений и технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, а также проводить диагностику, испытания, освидетельствование сооружений и технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, в установленные сроки и по предъявляемому в установленном порядке предписанию федерального органа исполнительной власти в области промышленной безопасности, или его территориального органа;

- предотвращать проникновение на опасный производственный объект посторонних лиц;

- обеспечивать выполнение требований промышленной безопасности к хранению опасных веществ;

- разрабатывать декларацию промышленной безопасности в случаях, установленных статьей 14 ФЗ №116 [4];

- заключать договор обязательного страхования гражданской ответственности в соответствии с законодательством Российской Федерации об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте;

- выполнять указания, распоряжения и предписания федерального органа исполнительной власти в области промышленной безопасности, его территориальных органов и должностных лиц, отдаваемые ими в соответствии с полномочиями;

- приостанавливать эксплуатацию опасного производственного объекта самостоятельно или по решению суда в случае аварии или инцидента на опасном производственном объекте, а также в случае обнаружения вновь открывшихся обстоятельств, влияющих на промышленную безопасность;

- осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте, оказывать содействие государственным органам в расследовании причин аварии;

- принимать участие в техническом расследовании причин аварии на опасном производственном объекте, принимать меры по устранению указанных причин и профилактике подобных аварий;

- анализировать причины возникновения инцидента на опасном производственном объекте, принимать меры по устранению указанных причин и профилактике подобных инцидентов;

- своевременно информировать в установленном порядке федеральный орган исполнительной власти в области промышленной безопасности, его территориальные органы, а также иные органы государственной власти, органы местного самоуправления и население об аварии на опасном производственном объекте;

- принимать меры по защите жизни и здоровья работников в случае аварии на опасном производственном объекте;

- вести учет аварий и инцидентов на опасном производственном объекте;

- представлять в федеральный орган исполнительной власти в области промышленной безопасности, или в его территориальный орган информацию о количестве аварий и инцидентов, причинах их возникновения и принятых мерах.

1.6 Разработка декларации для особо опасных объектов

Для ввода в эксплуатацию и функционирования опасного производственного объекта следует разрабатывать декларацию промышленной безопасности на основе Приказа Ростехнадзора от 29.11.2005 г. № 893, [6] для уменьшения рисков чрезвычайных происшествий техногенного характера. Для обеспечения учета состояния предприятий введен реестр деклараций промышленной безопасности.

Декларация промышленной безопасности может формироваться самостоятельно самим предприятием. Утверждается документ руководителем. Формирование декларации может также осуществляться организацией, имеющей лицензию на выполнение экспертизы безопасности объектов промышленного типа. Руководитель предприятия несет ответственность за полноту и достоверность информации, которая содержится в документе.

После утверждения декларация промышленной безопасности вместе с заключением, полученным по результатам проверки, направляется в соответствующее министерство, ГУ ГОЧС, в Федеральную службу атомного, технического и экологического надзора и ее региональное подразделение, МЧС, а также орган власти МО, на территории которого располагается предприятие. Контроль своевременности направления документации возлагается на указанную выше надзорную инстанцию.

В состав декларации промышленной безопасности включаются:

- всестороннюю оценки риска, вероятности аварии и угрозы, связанной с ней, для персонала и граждан, находящихся на прилегающей территории;
- анализ предпринятых мер предупреждения ЧС и обеспечения готовности предприятия к эксплуатации опасного объекта в соответствии с положениями правил и норм, а также к локализации и устранению последствий катастроф;

- мероприятия, ориентированные на уменьшение вероятных негативных последствий при аварии;
- сведения о предприятии, назначение, технологии и производства, представляющие опасность, функциональные задачи, расположение, границы и размеры, наличие и площадь санитарно-защитных и запретных зон и так далее;
- анализ, оценка безопасности, возможных угроз, условий, вероятных сценариев возникновения аварий и их развития;
- описание системы достаточных и целесообразных мероприятий и действий, направленных на обеспечение готовности предприятия к предотвращению катастроф, их ликвидации;
- вопросы оповещения об опасности, защиты граждан и медицинского сопровождения;
- данные о резервных материальных и финансовых средствах;
- порядок информирования граждан и местных органов власти о предполагаемых и возникших чрезвычайных ситуациях на предприятии.

1.7 Оценка риска для опасных производственных объектов

Оценка риска промышленной безопасности на опасных производственных объектах связана с рассмотрением целого ряда гипотетических сценариев развития аварий, расчетом масштабов и оценкой последствий проводится на основании приказ Ростехнадзора от 13.05.2015 г. № 188 [7]. Большой интерес среди таких сценариев на объектах нефтехимических предприятий представляют ситуации связанные с разгерметизацией оборудования.

На этапе оценки риска аварии последовательно осуществляется:

- качественная или (и) количественная оценка возможности возникновения и развития инцидентов и аварий на ОПО;
- качественная или (и) количественная оценка тяжести последствий и (или) ущерба от возможных инцидентов и аварий на ОПО;

- количественное или (и) качественное измерение опасности риском аварии в целом ОПО;

Для оценки частоты последующих событий в анализируемых сценариях аварии рекомендуется использовать:

- статистические данные по аварийности и травматизму на ОПО;
- логико-графические методы анализа «деревьев событий», «деревьев отказов».

Оценка последствий и ущерба от возможных аварий включает описание и определение размеров возможных воздействий на людей, имущество и/или окружающую среду. Для этого оценивают физические эффекты аварийных событий (разрушение технических устройств, зданий, сооружений, пожары, взрывы, выбросы токсичных веществ и т.д.), уточняют объекты, которые могут подвергнуться воздействиям поражающих факторов аварий. Для определения последствий и оценки ущерба от возможных аварий используются соответствующие модели аварийных процессов совместно с критериями поражения человека и групп людей, а также критерии разрушения технических устройств, зданий и сооружений.

Оценка риска аварии должна содержать качественные и (или) количественные характеристики основных опасностей возникновения, развития и последствий аварий на опасном производственном объекте, и включать анализ неопределенности и точности полученных результатов.

Оценку риска опасных производственных объектов проводят при разработке:

- проектной документации на строительство или реконструкцию ОПО;
- обоснования безопасности ОПО;
- декларации промышленной безопасности ОПО;
- плана мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на ОПО;
- документации на техническое перевооружение, капитальный ремонт, консервацию и ликвидацию ОПО;

- плана мероприятий по снижению риска аварий и других документов в составе документационного обеспечения систем управления промышленной безопасностью.

Оценку риска на ОПО проводят специалисты аккредитованных организаций, с привлечением руководителя и сотрудников ОПО.

1.8 Пожарная безопасность

Особенности развития пожаров на объектах, где присутствует СУГ, определяются его свойствами. При разгерметизации оборудования и выходе СУГ в атмосферу за счет больших скоростей испарения могут образовываться паровоздушные облака больших размеров. Причиной аварийного истечения продукта может являться нарушение герметичности оборудования в результате несоблюдения технологического процесса, неисправности противоаварийных систем и устройств. Воспламенение смеси происходит, как правило, от постороннего источника.

СУГ может истекать в паровой, жидкой и парожидкостной фазах, каждая из которых имеет свою температуру горения. Поэтому характер истечения газа можно определить по цвету и виду пламени:

- в паровой фазе газ сгорает пламенем светло-желтого цвета с большой скоростью истечения и характерным свистящим шумом;
- в жидкой фазе пламя ярко-оранжевого цвета и происходит выделение сажи;
- в парожидкостной фазе горение происходит с периодически меняющейся высотой пламени.

В зоне хранилища, производственной зоне комплекса СУГ здания и сооружения с помещениями наружные установки, а также здание операторной (диспетчерской) следует проектировать не ниже II степени огнестойкости. Здания и сооружения комплекса СУГ следует оборудовать установками

автоматического пожаротушения в соответствии приказом МЧС РФ от 18 июня 2003 г. № 315 [8].

Для защиты от теплового воздействия при пожарах наружных сооружений комплекса СУГ следует предусматривать применение стационарных установок водяного орошения и стационарных лафетных стволов. Источником водоснабжения стационарных установок водяного орошения и лафетных стволов должен быть, как правило, противопожарный кольцевой водопровод высокого давления.

Расход воды из сети противопожарного водопровода должен определяться расчетом, исходя из условий двух возможных пожаров на территории комплекса СУГ, один в производственной зоне, другой в зоне хранения СУГ (парки резервуаров), требующие наибольшего расхода воды. Дополнительно к указанным расходам воды следует предусматривать не менее 50 л/с на передвижную пожарную технику.

Расход воды на стационарные установки орошения резервуаров хранилища следует принимать из условия одновременного орошения горящего резервуара и смежных с ним.

Для тушения открытого пламени СУГ на резервуарах, следует применять автоматические стационарные установки порошкового и пенного пожаротушения и передвижные средства порошкового пожаротушения указанных в приказе МЧС № 175 от 25.03.2009 г. в своде правил СП 5.13130 [9].

В качестве химических средств рекомендуется применение сухих порошков на базе бикарбоната натрия или бикарбоната калия.

В состав установок должны входить:

- системы автоматического обнаружения загорания, включающие комплекс первичных датчиков, реагирующих на тепловое воздействие и световое излучение пламени, средства идентификации от ложного срабатывания, а также тревожную сигнализацию по месту с передачей

показаний на щитовую КИП хранилища, в систему управления установки пожаротушения и на ЦПД комплекса;

- герметичные сосуды для хранения огнетушащего порошка;
- побудительная система постоянного давления для наддува газом сосудов с порошком, срабатывающая от датчиков обнаружения загорания;
- система привода управляющей и регулирующей арматуры;
- система распределительных трубопроводов и средств распыла порошка.

- системы автоматического срабатывания и управления установок должны быть продублированы ручными средствами включения и управления, установленными в местах, доступных для обслуживающего персонала в аварийных ситуациях.

Стационарные автоматические установки пожаротушения резервуаров СУГ должны обеспечивать подачу огнетушащего порошка через систему насадок (сопел) на рабочую площадку на куполе резервуара для установки погружных насосов, арматуры и другого функционального оборудования, на ловушки СУГ и обслуживающие площадки внутри защитного ограждения (и вне его), а также подачу порошка в расчетную зону образования факела пламени на клапанах прямого сброса газа в атмосферу.

Для противопожарной защиты обвалований резервуаров с СУГ (быстрой локализации пожара и снижения факела пламени за счет изолирующего слоя пены) применяются автоматической стационарной установки пенотушения, использующей пеногенераторы высокочастотной пены с повышенной производительностью. Такой пеногенератор образует пену кратностью 700–800 без принудительного наддува воздуха от электровентилятора.

Стационарная установка пенотушения включает в себя:

- систему и датчики обнаружения и оповещения о пожаре или разливе СУГ в обваловании;
- устройство включения системы подачи воды;
- устройство дозировки пенообразователя в линию сухотруба;

- емкости с концентратом синтетического пенообразователя, пригодного для получения высокократной пены;

- пеногенераторы высокократной пены, установленные на краю обвалования.

Факельное хозяйство склада сжиженных углеводородных газов должно обеспечивать централизованный сбор и сжигание углеводородных газов и паров, сбрасываемых с технологических блоков и изотермического резервуара при повышении давления сверх регламентного уровня через предохранительные клапаны, при продувках технологического оборудования и трубопроводов, а также в аварийных ситуациях.

Высота факела, расстояния от ствола факела до ограждения факельного устройства и различных производственных объектов склада СУГ должны рассчитываться (для любого вероятного сочетания факторов повышения давления, включая тепловое воздействие пожара на оборудование) и быть не менее следующих величин (определяемых в соответствии с ПУ БЭФ-91 от 12.03.1991) [10]:

- высота факела – 30 м;
- расстояние от ствола факела до ограждения – 50 м;
- расстояние от ствола факела до сепараторов и прочего оборудования факельного хозяйства – 55 м;
- расстояние от ствола факела до производственных объектов склада и изотермического хранилища – 150 м.

Система сброса избытка паров должна определяться расчетом на любое вероятное сочетание факторов повышения давления, включая тепловое воздействие от пожара.

2 Объект и методы исследования

2.1 Основные операции, производимые с нефтью и нефтепродуктами

Основные виды деятельности ООО «Томскнефтехим»:

- переработка углеводородного сырья методом пиролиза (высокотемпературного разложения), выделение продуктов методом низкотемпературной ректификации, дальнейшее использование получаемых продуктов (этилена, пропилена) в качестве сырья для полимеризации с получением полиэтилена высокого давления и полипропилена;
- полимеризация пропилена и сополимеризация пропилена с этиленом на основе гополимера с получением полипропилена;
- производство полиэтилена высокого давления;
- хранение и отгрузка потребителям побочной и готовой продукции;
- переработка пиролизного конденсата с получением фракции жидких продуктов пиролиза – компонента жидкого топлива;
- переработка природного газа методом каталитической конверсии углеводородов с целью получения синтез-газа, необходимого для синтеза метанола (метанол является сырьем для получения формалина);
- производство формалина [11].

В состав ООО «Томскнефтехим» входят следующие производственные объекты, в технологическом процессе которых обращаются нефтепродукты:

- производство мономеров:
- установка подготовки жидких продуктов пиролиза (цех 405) в составе:
 - парк хранения ЛВЖ и ГЖ реагентного хозяйства (корпус 1071);
 - насосная ЛВЖ и ГЖ реагентного хозяйства (корпус 1072);
 - парк бензина (корпус 1073);
 - парк хранения смеси жидких углеводородов из дренажных емкостей (корпус 1074);

- парк хранения жидких продуктов пиролиза (ЖПП), тяжелой смолы пиролиза (корпус 1075);
- парк хранения жидких продуктов пиролиза (корпус 1076);
- насосная ЛВЖ и ГЖ (товарная) (корпус 1081);
- сливо-наливная эстакада ГЖ (корпус 1082) на 6 в/ц (налив смолы пиролизной тяжелой);
- сливо-наливная эстакада ЛВЖ (корпус 1083): на 9 в/ц (налив ЖПП, фр. 35-230 °С, 35-270 °С, гексан-гептановой фракции), на 14 в/ц (налив ЖПП, фр. 35-195 °С), на 2 в/ц (налив ЖПП, фр. 70-230 °С);
- сырьевая насосная (корпус 1084);
- сливная эстакада бензина, топлива для реактивных двигателей (корпус 1534).
- цех компримирования и разделения пирогаза (цех 402) в составе:
 - емкость Е-129 на наружной установке (корпус 404).
- производство полиэтилена:
- цех производства полиэтилена 409 в составе:
 - установка ректификации ациклических углеводородов (корпус 437);
 - склад масел (корпус 1044).
- цех получения полипропилена и сополимера пропилена с этиленом (цех 101) в составе:
 - насосная промежуточных емкостей ЛВЖ и ГЖ (корпус 106);
 - промежуточные технологические емкости ЛВЖ и ГЖ (корпус 107).
- цех подготовки сырья (цех 104) в составе:
 - установка легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ);
 - склад ЛВЖ (корпус 1093);
 - насосная склада ЛВЖ (корпус 1094);
 - сливо-наливная эстакада ЛВЖ (корпус 1095), односторонняя на 3 в/ц (вместимость в/ц – 70 м³).

- склад топлива и масел (корпус 1136/1). (Законсервирован, выведен из эксплуатации с 01.07.2008 г.).

- котельный цех;

- мазутохозяйство в составе следующих производственных объектов:

- склад мазута (корпус 3010);

- склад мазута (корпус 3024);

- сливная эстакада мазута на 8 ж/д цистерн с приемно-сливным устройством (вместимость ж/д цистерны – 57 т);

- наливная эстакада под автомобильную цистерну объемом 40 т.

Основные операции, производимые с нефтепродуктами на производственных объектах ООО «Томскнефтехим»:

- прием нефтепродуктов;

- хранение нефтепродуктов;

- переработка нефтепродуктов;

- отпуск готовой продукции.

2.2 Структурные элементы объекта и их характеристика

ООО «Томскнефтехим» расположен в 11–12 км северо-восточнее г. Томска в районе д. Кудрово.

С южной стороны к основной площадке примыкают база строительной индустрии, восточнее ТЭЦ-3. Размеры общей площади земельного участка промплощадки составляют 539,0 га, плотность застройки 16,3 %; общая площадь санитарной (запретной) зоны 340 га, длина периметра запретной зоны 14500 м.

В 2,0 км юго-восточнее от основной площадки находятся площадки склада № 1 и № 2 хранения сжиженных газов и изометрическое хранилище этилена. С северной стороны от объекта находятся площадки накопителя твердых отходов предприятия, золоотвал ТЭЦ-3, полигон токсичных

промотходов и канализационные очистные сооружения, с южной – на расстоянии 1,5 км военно-строительный городок.

Рельеф площадки характеризуется слабой холмистостью с общим уклоном в юго-восточном направлении. Площадка залесена на 90 %. В геоморфологическом отношении район промплощадки приурочен к III надпойменной террасе р. Томи.

Сейсмическая активность района промплощадки составляет 6–7 магнитоклебаний с частотой не более 1 % в течение 50 лет.

Для проветривания территории и прокладки магистральных инженерных сетей и транспортных коммуникаций предусмотрены коммуникационные коридоры.

Климат резко континентальный с теплым летом и холодной зимой, равномерным увлажнением.

Устойчивое промерзание почвы происходит с 1-го ноября, полное оттаивание почвы происходит в конце мая.

Средняя температура воздуха плюс 0,6°C.

Абсолютная минимальная температура минус 55°C.

Абсолютная максимальная температура плюс 36°C.

Продолжительность отопительного периода составляет 238 суток при средней температуре плюс 8,7°C.

Преобладающее направление ветра для холодного периода года – южное, скорость 5,7 м/с; с наступлением весны увеличивается повторяемость северных ветров, скорость 2,9 м/с.

Общее количество осадков, выпадаемых в год, в среднем равно 548 мм, максимальное – 769 мм, минимальное – 339 мм.

Мощность снегового покрова до 55 см.

Нормальная глубина промерзания почвы составляет от 220 до 230 см.

Здания и сооружения в основном однотипны, по конструктивным решениям и примененным строительным материалам являются каркасного типа из строительного бетона со II степенью огнестойкости.

Изотермическое хранилище этилена и отделение сжиженных газов расположены за пределами основной площадки, поэтому СЗЗ этих объектов установлена на расстоянии 1000 м от них.

В радиусе 3000 м от промплощадки установлена зона строгого ограничения, где исключена возможность нового жилищного строительства.

Водозаборные сооружения хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения расположены на р. Томь в 15 км от промзоны.

Площадка очистных канализационных сооружений расположена в 7 км от промышленной зоны. Границы СЗЗ определены с учетом розы ветров, характера загрязнений атмосферы, рельефа местности, согласованы с областной СЭС и составляют:

- на север – 2000 м;
- на юг – 1700 м;
- на восток – 2000 м;
- на запад – 2500 м.

К объектам предприятия с западной стороны примыкает автодорога «Томск-Самусь», на которой имеются остановки общественного транспорта.

Железнодорожная станция Кудрово может быть источником скопления цистерн с химически опасными веществами, которые в случае аварии могут повлиять на жизнедеятельность Общества.

По охраняемому периметру объекта имеется 9 выездов (въездов) для автомобильного транспорта и два выезда (въезда) для железнодорожного транспорта. Автомобильные дороги широкие с твердым покрытием. Внутри предприятия имеется сеть автомобильных дорог и железнодорожных веток, определяющих технологические связи между производствами и обеспечивающих доступ (подъезд) ко всем производственным подразделениям, сетям и корпусам.

На предприятии 80 % энергии обеспечиваются по I категории электроснабжения от двух независимых взаимно-резервируемых источников.

На предприятии принята радиальная схема электроснабжения на эстакадах, т.е. кольцевание и заглубление не применяется. Телевизионное управление отсутствует. Автономные источники электропитания используются на производствах только для проведения безаварийного останова. Предприятие обеспечивается речной, промышленной хозяйственной и оборотной водой и отводом сточных вод на очистные сооружения через цех ВиК. Вода подается с водозабора р. Томь через насосную станцию первого подъема НС-1 по двум трубопроводам \varnothing 1000 мм под давлением порядка 8 кгс/см³ на водоочистные сооружения цеха ВиК (протяженность 10 км). Водоочистные сооружения цеха ВиК имеют два железобетонных резервуара емкостью по 20000 м³ (резерв), из которых через насосную станцию НС-2 идет подача в общую систему промышленной воды объекта. По условиям производства и технологии предприятие является взрывопожароопасным объектом. Основные технологические установки и коммуникации расположены вне здания, что определяет их устойчивость к ударной волне ядерного или объемного взрыва в следующих пределах:

- слабые разрушения (0,1–0,25 кгс/см²);
- средние разрушения (0,25–0,4 кгс/см²).

Предприятие не является источником возникновения радиационной опасности, однако, в состав Общества входят потенциально опасные объекты (химически, взрывопожароопасные подразделения):

- производство полипропилена;
- производство мономеров;
- производство полиэтилена;
- котельный цех.

Кроме этого на площадке предприятия расположены производства «Метанол» и Ф и КС (ООО «Сибметакхим»).

Предприятие по категории ГО отнесено к объектам «первой категории», продолжающим работу в военное время по выполнению плана поставки

продукции, определенной заданиями Правительства Российской Федерации и заказами по прямым связям.

2.3 Сведения об опасном веществе

Сжиженный газ – это газ, искусственно сжиженный путём охлаждения доминус 160°C , для удобства хранения или транспортировки. При сжижении, газ уменьшается в объеме в 600 раз [12].

Газ представляет собой жидкость без запаха и цвета, плотностью 450 кг/м^3 , или $0,45 \text{ кг/л}$ в зависимости от температуры и давления, при повышении давления и понижению температуры плотность растёт. Температура кипения газа от минус 158 до минус 163°C . На открытом пространстве при нормальной температуре СПГ возвращается в газообразное состояние и быстро смешивается с воздухом.

Сам по себе газ не токсичен и не обладает отравляющим действием на организм человека. Однако обладает удушающим эффектом. Дело в том, что растворяясь в воздухе, метан начинает стремительно вытеснять из него кислород. В результате, человек, вдыхающий такой воздух, испытывает кислородное голодание.

Основная опасность газа в том, что он не имеет выраженного запаха и обнаружить утечку без использования специальной аппаратуры не получится. Именно поэтому природный газ, используемый в быту, часто насыщают веществами, придающими специфический «аромат».

2.4 Резервуары для хранения СУГ

Хранение сжиженных газов по сравнению с хранением газов под высоким давлением обладает рядом преимуществ. При низких температурах газы сжижаются, что обеспечивает экономию объема по сравнению с объемом

для хранения газов при обычной температуре, таким образом объем пропана уменьшается – в 316 раз [13].

Для хранения СУГ на предприятие ООО «Томскнефтехим» используют шаровые резервуары ШРС-600 (рис.1) изотермического типа хранения. Шаровый резервуар имеют две оболочки – наружную и внутреннюю, пространство между ними заполнено теплоизоляцией [14].

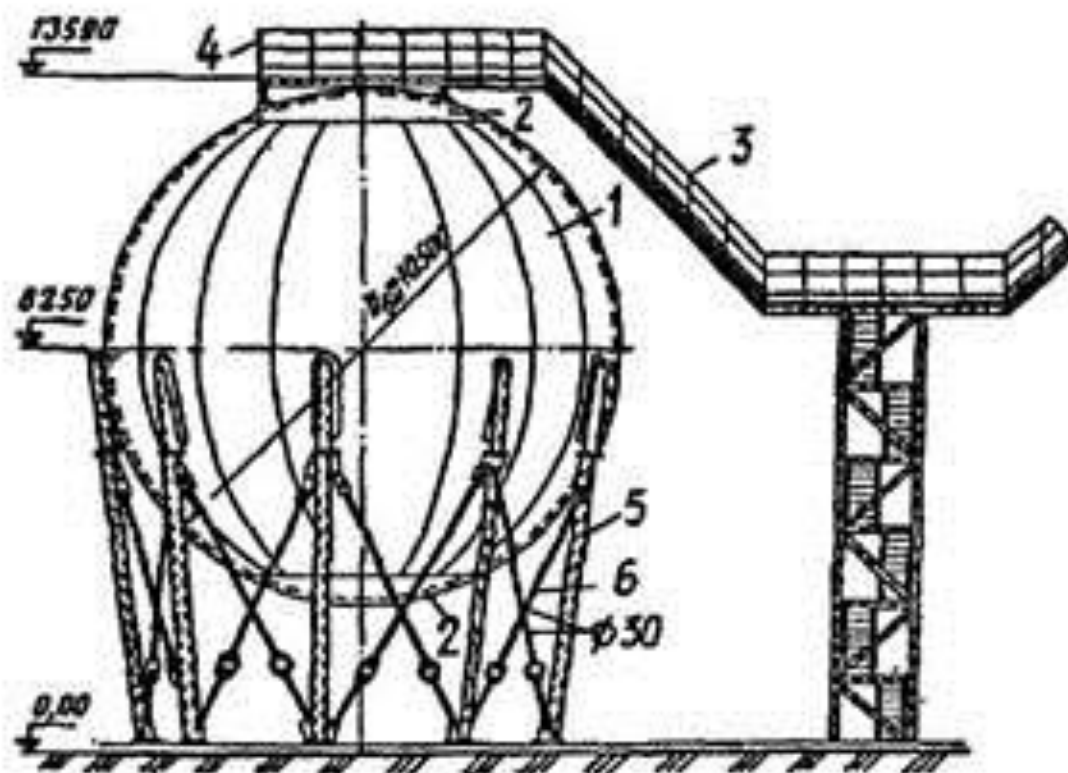


Рисунок 1 –Резервуар ШРС-600

1 – лепестки оболочки резервуара; 2 – днище оболочки резервуара; 3 – маршевая лестница;
4 – площадка для обслуживания резервуара; 5 – трубчатые стойки; 6 – крестовые связи.

Внутренний диаметр резервуара 10,5 м, толщина стенки 28мм выполненной из стали 09Г2С, масса 96 т, восемь трубчатых опор, давление внутри резервуара 1.8Мпа,

Оболочка шарового резервуара состоит из 16–18 взаимозаменяемых лепестков и двух крышек (купол и днище). Каждая крышка состоит из двух

одинаковых элементов. Заполняют шаровые резервуары продуктом не полностью, а только на 0,85 % их геометрического объема на случай неожиданного резкого увеличения объема хранимого продукта при повышении его температуры.

Эксплуатационное оборудование для технического обслуживания резервуара и его ремонта включает в себя:

- манометры для замера давления в шаровом резервуаре;
- предохранительные клапаны;
- указатели уровня;
- термометры для контроля температуры;
- сигнализаторы, фиксирующие предельный верхний уровень жидкой фазы;
- люки для проведения осмотра, вентиляции и ремонтных работ;
- запорные органы;
- устройства для удаления из резервуара тяжёлых остатков и промывочной воды;
- устройства для продувки и вентиляции инертным газом или паром;
- средство молниезащиты;
- средствами отбора жидкой фазы;
- обогревающие змеевики, устанавливаемые на днище для предотвращения образования конденсата хранимого газа;

Внутри шаровых резервуаров установлены поворотные смотровые лестницы [15].

Для поддержания требуемого низкотемпературного режима хранения предусмотрен специальный комплекс холодильного оборудования [16]. Комплекс холодильного оборудования представлен на рисунке 2.

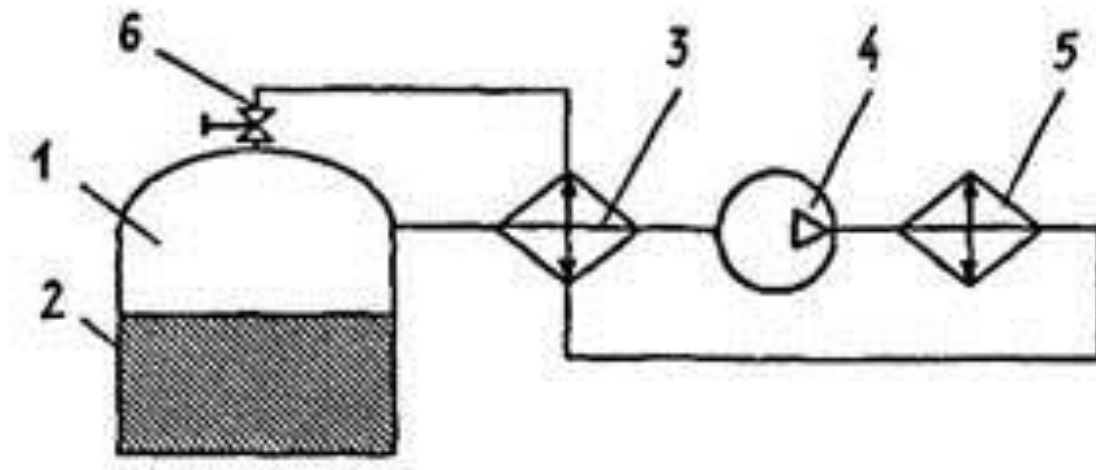


Рисунок 2 – Комплекс холодильного оборудования

1 – резервуар; 2 – сжиженный газ; 3 – теплообменник; 4 – компрессор;
5 – холодильник; 6 – дроссельный вентиль.

Все шаровые резервуары, находящиеся в эксплуатации и зарегистрированные в органах Госгортехнадзора, подвергаются внутреннему осмотру не реже чем через 2 года.

Внутренний осмотр шаровых резервуаров, включенных в системы с непрерывно действующим технологическим процессом, допускается проводить не реже одного раза в четыре года.

Шаровые резервуары должны быть окрашены в светлые тона (серебристый, светло-серый), предохраняющие продукты от нагрева солнечных лучей.

2.5 Обеспечение действий сил и средств объектового звена РСЧС

Информация об угрозе и возникновении крупных производственных аварий, катастроф и стихийных бедствий в дежурно-диспетчерскую службу (ДДС) предприятия может поступить:

- от первого заместителя или с ЦПУ производства;
- из Главного управления «ЦУКС МЧС России по Томской области»;

- от дежурного по УВД (ОВД), по ФСБ;
- с соседнего объекта экономики (через дежурного диспетчера).

С получением сигнала дежурная диспетчерская служба проверяет достоверность и правильность полученной информации:

- по внешним сообщениям – через структуры ГО и ЧС;
- по внутренним сообщениям – через дежурную смену (ЦПУ) цехов и установок производств.

Для слаженной и бесперебойно работы всех органов, сил и средств необходимо организовать следующие объектовые службы:

- разведка. Основной задачей разведки является своевременное выявление обстановки в очаге поражения, на маршрутах вывода и эвакуации производственного персонала, состояния окружающей среды. Разведка осуществляется СНЛК и постами РХН (при опасности радиоактивного заражения) на территории предприятия и прилегающих районов. Наблюдение и контроль состояния окружающей среды организуется силами СНЛК.

- материальное обеспечение. Основными задачами материального обеспечения являются: своевременное снабжение формирований техникой, средствами защиты, связи, приборами разведки, горючими и смазочными материалами, медикаментами, строительными материалами и другими средствами в ходе ведения АСДНР. Для решения задач на предприятии разворачивается группа обеспечения, созданная на базе службы Директора по обеспечению производства.

- транспортное обеспечение. Основными задачами транспортного обеспечения являются: своевременная эвакуация пострадавших из зон химического поражения, эвакуация рабочих и служащих, подвоз материальных средств для проведения АВР. Для выполнения задач используется транспорт предприятия.

- техническое обеспечение. Основными задачами технического обеспечения являются: поддержание в исправном состоянии инженерных

машин, специального оборудования, эвакуация и ремонт вышедшей из строя техники.

- химическое обеспечение. Основными задачами химического обеспечения являются: ведение химической разведки очага поражения и маршрутов эвакуации производственного персонала из зон заражения, обеспечение рабочих, служащих и формирований предприятия исправными средствами индивидуальной защиты, проведение дегазации очага поражения, зданий и сооружений.

- медицинское обеспечение. Основными задачами медицинского обеспечения являются: поиск, вынос и оказание медицинской помощи пострадавшим, эвакуация их в медицинские учреждения. Медицинский пункт по оказанию первой медицинской помощи разворачивается в 100-200 метрах от границы очага поражения. Эвакуация пораженных осуществляется медицинским автотранспортом врачебного здравпункта и территориальных сил РСЧС в медицинские учреждения г. Томска и ЗАТО Северск.

3 Оценка риска и расчет последствий разрушения резервуара хранения СУГ

Вычисления выполнены при помощи программы ТОКСИ+Risk4.3.2, предназначенной для проведения расчетов зон поражения опасного вещества, за счет широкого использования справочников в программном модуле, реализующем расчетные методики [17].

Оценка последствий аварийных выбросов ОВ является одним из этапов анализа риска аварий, выполняемым при проектировании, декларировании промышленной и пожарной безопасности.

С помощью программы ТОКСИ+Risk, был проведен анализ риска аварий:

- идентификация опасностей;
- оценка риска (включая оценку последствий и показателей риска).

Задачи и цели проведенного расчета являются количественные характеристики вредного воздействия источника опасности:

- величина возможных безвозвратных людских потерь, определяемая количеством смертельных случаев в результате аварии;
- величина возможных санитарных людских потерь, определяемая как количество пострадавших, нуждающихся в госпитализации;
- ожидаемая частота аварии [18].

3.1 Исходные данные для расчета

Исходные данные необходимые для расчета:

- парк хранения СГ представлен восьмью резервуарами РИШС объемом 600 м³ каждый. Парк хранения СГ является опасным производственным объектом в соответствии с ФЗ №116 от 21.07.1997 г., так как в резервуарном парке хранится СГ, представляющий собой горючие вещества[19].

- хранимое вещество – ГГ, ГГ – легковоспламеняющийся газ (горючий газ по приложениям 1,2 к Федеральному закону от 21.07.1997 № 116-ФЗ). Из анализа свойств вещества можно сделать вывод, что разгерметизация резервуара ведет к выбросу горючей газовой смеси на территорию промышленного объекта. Плотность ОВ 450 кг/м³;

- для расчета аварийной ситуации при выбросе газа принимается максимальная масса вещества, заключенного в аварийном резервуаре. Масса ОВ – 230 т

- площадка хранения СГ оборудована обвалованием (каре). Розлив ОВ произойдет в поддон с бетонным покрытием [20].

- размер поддона – 12×12×1 м. Соответственно площадь – 144 м². Объем – 144 м³.

- метеоусловия характерны для летних месяцев: температура окружающей среды – 0,6 °С, скорость ветра – 1 м/с, направление ветра в диапазоне [0 – 360°] – 135°;

- масса горючего вещества в облаке – 180,9 кг.;

- так как ШРС используются в текущем состоянии на всем промежутке времени, то значение доли времени эксплуатации приняли равной 1;

- количество ОВ по объему которого 15 % составляет газовая фаза [21].

3.2 Расчет последствий разрушения

Первым шагом были заданы: масштаб ситуационного плана и вычисление площади объектов с присутствующим персоналом. Определение площадных объектов, на которых указано число рискующих людей и коэффициент их присутствия.

Число рискующих – соответствует максимальному числу людей, которые могут находиться на объекте [22].

Все люди, которые могут находиться на территории завода и могут попасть в опасную зону поражения, относятся к группе персонала.

Далее определяется коэффициент присутствия персонала в рассчитываемых площадочных объектах. Коэффициент присутствия – среднее относительное время нахождения людей в заданной области за рассматриваемый промежуток времени. Значение коэффициента присутствия в течение года определяется как отношение годового фонда рабочего времени к общему количеству часов в году [23].

$$K_i = t_{\text{фонд}} / t_{\text{общ}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{фонд}}$ – годовой фонд рабочего времени (для 40-часовой рабочей недели, без учета отпусков составляет 1971 час);

$t_{\text{общ}}$ – число часов в году (число суток в году полагается равным 365).

На территории предприятия находится 6 площадочных объектов, присутствующий персонал которых может попасть в зону поражения, количество рискующего персонала указано в таблице 1.

Таблица 1 – Рискующий персонал

№ п/п	Наименование слоя	Число одновременно находящихся людей	Число рискующих	Коэф. присутствия
1	Цех №1	30	30	0.23
2	Цех №2	50	50	0.23
3	Цех №3	25	25	0.23
4	Цех №4	35	35	0.23
5	Операторская	8	8	0.23
6	Склад	10	10	0.23

Далее, на основании приказа Приказ МЧС РФ от 10.07.2009 № 404 строится дерево исходов опасных событий и частота аварийных событий на территории опасного объекта. Дерево исходов опасных событий показано на рисунке 3.

Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утверждена приказом МЧС России от 10.07.2009

г. № 404), с изменениями и дополнениями, внесенными приказом МЧС России от 14.12.2010 г. № 649.



Рисунок 3 – Древо исходов опасных событий

Расчеты по оценке пожарного риска проводят путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с соответствующими нормативными значениями пожарных рисков, установленными Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ [24].

После этого производится расчет зон поражения при реализации основных поражающих факторах.

3.2.1 Описание сценария аварии рассеяние без воспламенения

Самый вероятный сценарий аварийной ситуации это выброс ГГ с разгерметизацией на площадку хранения без воспламенения при разгерметизации ШРС-600 [25].

Описание сценария аварии:

Разрушение ШРС-600 → выброс в окружающую среду опасного вещества → образование пролива ГГ на подстилающую поверхность и его испарение.

Пострадавших при данном сценарии аварии не будет.

3.2.2 Расчет последствий аварии по сценарию пожар-вспышка

«Методики определения расчетных величин пожарного риска, 2010/ГОСТ 12.3.047-2012» [17].

Пожар-вспышка – сгорание облака предварительно перемешанной газопаровоздушной смеси без возникновения волн давления, опасных для людей и окружающих объектов.

Быстрое сгорание парогазовой смеси, образовавшейся на территории объекта при выбросе углеводородных газов и паров, не приводит к уничтожению технологического оборудования и других сооружений, но кратковременное воздействие такого огня может стать причиной гибели человека [26].

Данный фактор опасен для людей находящихся на загазованных территориях.

Основные источники зажигания на нормально работающем оборудовании – проявление атмосферного электричества, прямые удары молнии, разряды статического электричества и нарушение в электроустановках, искры электроустановок и электрооборудования в невзрывоопасном исполнении, временные огневые ремонтные работы (сварка, резка), технологические огневые устройства факельных установок [27].

Описание сценария аварии. Разрушение ШРС600 → выброс в окружающую среду опасного вещества → образование пролива ГГ на подстилающую поверхность и его испарение вспышка и сгорание смеси при наличии источника инициирования → поражение персонала высокотемпературными продуктами сгорания.

Производится расчет с дальнейшим формированием протокола и нанесением зон поражения на план:

- протокол расчета размеров взрывоопасной зоны;
- плотность газа/пара при заданной температуре = 1,96 кг/м³.

Исходные данные:

- масса ГГ = 180,00 кг;
- НКПР = 2,000 % об;
- плотность ГГ = 1,96 кг/м³.

Границы распространения:

- радиус зоны НКПР = 27,58 м;
- высота зоны НКПР = 0,92 м.
- радиус воздействия высокотемпературных продуктов сгорания равен 33,10 м

Результат протокола «Оценка числа пострадавших при аварии пожар-вспышка» находятся в приложении А таблица А.1.

Граница зон поражения указана на рисунке Б.1 в приложении Б.

На основании данных таблицы А.1 в приложение А, пострадавшие при данном сценарии ЧС отсутствуют.

3.2.3 Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси

Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей (ТВС) утвержденная Постановлением Госгортехнадзора РФ от 26.06.2001 № 25 РД 03-409-0. Позволяет провести оценку различных параметров воздушных ударных волн и определить степени поражения людей и повреждения зданий при авариях с взрывом ТВС [28].

В случае взрыва ТВС, возможно, гибель и поражение персонала, находящегося в внутри или достаточной близости от парогазового облака. Кроме этого при взрыве парогазовой смеси, возможно, разрушение зданий и оборудования с последующим развитием аварии и воздействием других поражающих факторов [29].

Описание сценария аварии. Разрушение РШС-600 → выброс в окружающую среду опасного вещества → образование ГГ на подстилающую

поверхность и его испарение → образование облака ТВС → взрыв облака ТВС при наличии источника инициирования → возникновение зоны избыточного давления → повреждение соседнего оборудования и поражение персонала ударной волной, огнем и осколками.

Исходные данные о веществе представлены в таблице 2.

Расчет последствий воздействия ударных волн при взрыве ТВС

Таблица 2 – Данные о веществе

Вещество	Пропан
Удельная теплота сгорания	46,4 МДж/кг
Стехиометрическая концентрация	0,074958 кг/м ³
Класс чувствительности	чувствительные вещества
Агрегатное состояние	Газовое
Концентрация горючего	0,074958 кг/м ³
Масса горючего	180 кг
Окружающее пространство	Средне загроможденное пространство
Облако	поверхность земли

В таблице 3 приведены последствия от поражающего фактора давление – импульс, в таблице 4 поражающие факторы при избыточном давлении.

Таблица 3 – Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси (ТВС), критерии давление-импульс.

Название критерия	Избыточное давление, кПа	Импульс, кПа*с	Длительность фазы сжатия, с	Радиус зоны, м
Порог выживания	81,927	1,112	0,028	24,74
Полное разрушение зданий	75,107	0,947	0,03	29,66
Граница области сильных разрушений	40,455	0,61	0,038	48,55
Граница области значительных повреждений	16,439	0,365	0,047	86,02
Полное разрушение остекления	6,999	0,182	0,061	170,5
Граница области минимальных повреждений	4,449	0,111	0,071	275,31
50 % разрушение остекления	2,5	0,038	0,097	790,1
10 % и более разрушение остекления	2,327	0,023	0,111	1315,95

Исходя из данных предоставленных в таблице 2, при давлении-импульсе максимальное избыточное давление будет равно 81,927 кПа радиус зоны 24,74 м, безопасное расстояние для человека будем в радиусе 275,31 м от центра, при давлении 4,4 кПа, максимальная зона распространения 1315,95 м. Расчет последствий аварии представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет последствий аварии по сценарию взрыв паров топливно-воздушной смеси (ТВС), критерий избыточное давление.

Название критерия	Избыточное давление, кПа	Импульс, кПа*с	Длительность фазы сжатия, с	Радиус зоны, м
Наиболее вероятно, что все люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, либо погибнут, либо получают серьезные повреждения в результате действия взрывной волны, либо при обрушении зданий или перемещении тела взрывной волной	69	0,834	0,032	34,24
Люди, находящиеся в неукрепленных зданиях, либо погибнут или получают серьезные повреждения барабанных перепонок и легких под действием взрывной волны, либо будут поражены осколками и развалинами здания	55	0,713	0,035	40,82
50%-ое разрушение зданий	53	0,7	0,035	41,65
Средние повреждения зданий	28	0,5	0,041	60,57
Обслуживающий персонал получит серьезные повреждения с возможным летальным исходом в результате поражения осколками, развалинами здания, горящими предметами и т.п. Имеется 10%-ая вероятность разрыва барабанных перепонок	24	0,459	0,043	66,74
Возможна временная потеря слуха или травмы в результате вторичных эффектов взрывной волны, таких, как обрушение зданий, и третичного эффекта переноса тела	16	0,358	0,047	87,66
Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам и т.п.)	12	0,293	0,051	108,26
С высокой надежностью гарантируется отсутствие летального исхода или серьезных повреждений	5,9	0,153	0,064	201,36
Нижний порог повреждения человека волной давления	5	0,127	0,068	240,28
Малые повреждения (разбита часть остекления)	3	0,06	0,085	497,01
Пользовательский критерий	0	0,001	0,189	45573,67

При избыточном давлении максимальное давление будет составлять 69 кПа с радиусом зоны 34,24 м, нижний порог повреждения человека составит 5 кПа на расстояние 240,28 м.

Производится расчет с дальнейшим формированием протокола и нанесением зон поражения на план.

Результат протокола «Оценка числа пострадавших при аварии взрыв ТВС» представлены в приложении В таблица В.1.

График зависимости избыточного давления от расстояния, от центра взрыва отображаются на рисунке Г.1 в приложении Г.

График вероятного поражения человека от центра, от расстояния представлен в приложении Д на рисунке Д.1

Результат расчета границ ударных волн при взрыве ТВС представлен в приложении Е рисунок Е1.

На основании данных таблицы В2 в приложение В, число пострадавших при данном сценарии ЧС равно 7.

3.2.4 Расчет последствий аварии по сценарию огненный шар

Явление огненного шара (ОШ), возникающего при аварийном разрыве емкости со сжиженным горючим газом, сопровождается образованием огромных размеров ОШ и многочисленными жертвами [30].

Огненный шар представляет собой облако горящего газа или пара, поднимающееся над поверхностью земли и характеризующееся большим тепловым излучением на значительных расстояниях. Гибель людей может наступить даже при кратковременном воздействии открытого огня в результате сгорания, ожогов или сильного перегрева [31].

Описание сценария аварии. Разрушение РИРС-600 → выброс в окружающую среду опасного вещества → воспламенение вещества → возникновение пожара → тепловое воздействие горящего облака на соседнее

оборудование и персонал. Данные о поражающем действии предоставлены в таблице 5.

Исходные данные:

- среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени – 350 Вт/м^2 ;
- масса горючего – 180 кг;

Расчет зон поражения тепловым излучением при огненном шаре.

Таблица 5 – Расчет последствий аварии по сценарию огненный шар

Название критерия	Интенсивность излучения, кВт/м^2	Радиус зоны, м
Ожог 3-й степени	97,35	26,29
Ожог 2-й степени	66,93	34,36
Ожог 1-й степени	36,51	49,68
Воспламенение резины	14,8	80,82
Воспламенение древесины	13,9	83,47
Непереносимая боль через 3-5 сек	10,5	96,28
Непереносимая боль через 20 сек.	7	117,83
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2	151,2
Без негативных последствий	1,4	254,14

Исходя из данных расчета последствий аварии непереносимая боль через 3-5 секунды будет на интенсивности излучения $10,5 \text{ кВт/м}^2$ при радиусе зоны 96,28 м, а безопасное для человека в брезентовой одежде интенсивность излучения составит $4,2 \text{ кВт/м}^2$ при радиусе зоны 151,2м.

Производится расчет с дальнейшим формированием протокола и нанесением зон поражения на план.

Результат протокола «Оценка числа пострадавших при аварии огненный шар» представлен в приложении Ж таблица ЖЗ.

График смертельного поражения человека представлен в приложении И на рисунке И1. в виде зависимости интенсивности излучения от расстояния.

Результат расчета зон поражения тепловым излучением при огненном шаре представлен в приложении К рисунок К1.

На основании данных таблицы Ж 3 в приложение Ж, число пострадавших при данном сценарии ЧС будет составлять четыре человека.

3.3 Оценка риска

Завершающим пунктом расчетов является обработка результатов расчета, построение полей потенциального риска и расчет количества жертв, при авариях на производственных объектах с участием опасных веществ[32].

Матрица риска программы ТОКСИ+Risk представляет собой область ситуационного плана, ограниченного наиболее удаленными от места авариями зонами поражения. Область разбита на ячейки, в каждой из которых вычисляется значение потенциального риска. Таким образом, матрица риска является способом представления поля потенциального риска на ситуационном плане.

Расчет количества жертв основывается на анализе пересечений рассчитанных зон поражения и нанесенных на план площадных объектов в которых располагаются реципиенты. Протокол представляет собой таблицу, каждая запись которой соответствует найденному в ходе вычислений пересечению слоев при заданном направлении ветра. При расчете числа пострадавших принимается условие равномерности распределения людей внутри контура площадного объекта.

Причины возникновения аварийных ситуаций на промышленном объекте можно разделить на 3 группы:

- отказы (неполадки) оборудования;
- ошибочные действия персонала;
- внешние воздействия природного и техногенного характера [33].

Основным поражающим фактором является ударная волна при разрушении резервуара. Вероятность возникновения аварии на емкостном

оборудовании крайне мала и относится к категории «практически невероятный отказ» по нормальной классификации.

В зоне действия основных поражающих факторов аварии населенные пункты не попадают.

Количественные показатели риска с детализацией по площадным объектам, а также ситуационный план аварийной ситуации, рассчитанные при помощи программы ТОКСИ+Risk представлены в таблице Л4, приложении Л, поля потенциального риска представлены в приложении 11М, рисунок М1.

- коллективный риск $-1.6E-006$ чел/год: ожидаемое количество пораженных, в результате возможных аварий за определенный период времени;
- индивидуальный риск $-9.9E-009$ чел/год: частота поражения отдельного человека в результате воздействия исследуемых опасных факторов.

За время эксплуатации, на ООО «Томскнефтехим» аварий не зафиксировано.

Приемлемый риск – риск, уровень которого допустим и обоснован, исходя из социально-экономических соображений. Риск эксплуатации промышленного предприятия является приемлемым, если ради выгоды, получаемой от его эксплуатации, общество готово пойти на этот риск. Количественные характеристики приемлемого риска нормируются техническими регламентами или нормативными документами.

В соответствии со статьей 93 Федерального закона № 123-ФЗ, уровень риска на ОПО при разрушении резервуара, для персонала относится к «приемлемому уровню риска».

Авария произошла летом, месяц – июнь, в 15.00, смена находится на рабочих местах никто из сотрудников не пострадал, скорость ветра – 1 м/с.

В результате аварии (разгерметизации, заполненного на 100 % допустимого объема резервуара РШС-600 с находящимся в нем пропаном), произошел залповый выброс сжиженного пропана, часть пропана мгновенно испарилась, образовав облако паровоздушной смеси, жидкая фаза вылилась на подстилающую поверхность, образовав зеркало пролива [34].

Авария произошла на объекте нефтехимического предприятия, расположенным в г. Томск ООО «Томскнефтехим».

Частично поврежден резервуар. Сжиженный пропан в емкости находится под давлением 1,8 МПа.

Причиной разгерметизации емкости послужили нарушение технологического процесса (прекращение подачи воды оборотного водоснабжения привело к прекращению конденсации паров продуктов в конденсаторах-холодильниках, это привело к повышению давления в емкости), нарушение герметичности аппарата (коррозия сварного шва) и отказ предохранительного клапана [35].

В соответствии с Федеральным закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 07.03.2017) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (с изм. и доп., вступ. в силу с 25.03.2017) статья 10.

Требования промышленной безопасности по готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии на опасном производственном объекте.

Выбросы СУГ классифицируются как чрезвычайные ситуации и ликвидируются в соответствии с законодательством Российской Федерации [36].

4.1 Оценка экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на ООО«Томскнефтехим» при разрушении РШС-600 для хранения пропана

Прямой ущерб будет определяться (УПР.):

- потерями предприятия в результате уничтожения основных фондов (зданий, сооружений, оборудования) (ПО.Ф.У.);
- потерями предприятия в результате уничтожения товарно-материальных ценностей (продукция, сырье) (ПТ.М.Ц.);
- потерями предприятия в результате повреждения при аварии основных производственных фондов (ПО.Ф.П.);
- потерями в результате уничтожения имущества третьих лиц (ПТ.Л.).

Прямой ущерб, УПР., в результате уничтожения при аварии основных производственных фондов (здание, оборудование) состоят:

- потери предприятия в результате разрушения при аварии основных производственных фондов (резервуар) ПО.Ф.У. [37];
- стоимость ремонта резервуара;
- стоимость зачистки, дегазации и утилизации 1 м² составляет 250 руб.;
- зачистка и дегазация резервуара – $600 \cdot 250 = 150000$ руб.;
- зачистка мест ремонта резервуара от коррозии внутри и снаружи – $1250 \cdot 3 = 3750$ руб.;
- замена дефектных элементов металлоконструкций резервуара, сварочные работы $3 \cdot 4500 = 13500$ руб.;
- обезжиривание поверхности – 500 руб.;
- покрасочные работы – 6000 руб.;
- испытание резервуара на прочность – 7000 руб. ПО.Ф.У. = $150000 + 3750 + 13500 + 500 + 6000 + 7000 = 180750$ руб.;

Расчеты производились с учетом времени сбора и прибытия пожарных. При расчете сил и средств учитываются следующие условия – время

ликвидации разлива – 5 часов. Расчет массы испарившихся СУГ представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты расчета массы испарившегося СУГ при сценарии разрушении РШС-600 на объекте ООО «Томскнефтехим»

Наименование продукта	Масса разлива ,т	Площадь разлива, м ²	Время существования разлива, ч	Масса испарившегося продукта, т
Пропан	10	144	6	8

Потери предприятия в результате уничтожения продукции (ПТ.М.Ц.):

Коэффициент сбора –0 %, (соответственно потери составляют 18 т),
средняя оптовая отпускная цена пропана на момент аварии равна 22500 руб./т.
Потери сырья составят: $18 \cdot 22500 = 405000$ руб.

ПТ.М.Ц. = 405000 руб.

Потерь предприятия в результате повреждения при аварии основных производственных фондов, не произошло, поэтому: ПО.Ф.П. = 180750 руб.

Потерь в результате уничтожения имущества третьих лиц не произошло, поэтому: П Т.Л. = 0 руб.

Таким образом:

$УПР. = ПО.Ф.У. + ПТ.М.Ц. + ПО.Ф.П. + ПТ.Л. \quad (2)$

$УПР. = 180750 + 405000 + 0 + 0 = 585750$ руб.

4.2 Затраты на локализацию (ликвидацию последствий) и расследование причин аварии

Затраты на локализацию (ликвидацию последствий) (ПЛ.) аварий определяются [38]:

- расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии (РЛ.);
- расходами на расследование причин аварии (РР.).

К основным расходам, составляющим затраты на локализацию (ликвидацию последствий) аварии, относят:

- затраты на питание ликвидаторов аварии (ЗП.);
- затраты на оплату труда ликвидаторов аварии (ЗФЗП.);
- затраты на топливо и горюче-смазочные материалы (ЗГСМ.);
- амортизацию используемого оборудования, технических средств, аварийно-спасательного инструмента (ЗА.).

4.2.1 Расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии

4.2.1.1 Затраты на питание ликвидаторов аварии

Затраты на питание (ЗП) рассчитывают, исходя из суточных норм обеспечения питанием спасателей, в соответствии с режимом проведения работ [39]:

$$З_{Псут} = \sum (З_{Псут\ i} \times Ч_i) \quad (3)$$

где $З_{Псут}$ – затраты на питание личного состава формирований в сутки;

$З_{Псут\ i}$ – суточная норма обеспечения питанием, руб/(сут. на чел.);

i – число групп спасателей, проводящих работы различной степени тяжести;

$Ч_i$ – численность личного состава формирований, проводящих работы по ликвидации последствий ЧС. Расчет необходимых сил и средств, для ликвидации разливов газового конденсата произведен на основе расчетов возможных максимальных объемов разливов газового конденсата.

При расчете сил и средств учитываются следующие условия – время локализации разлива нефти на суше – 5 ч (принимается равным 1 день).

Тогда, общие затраты на питание составят:

$$ЗП. = (ЗПсут. спас. \cdot Ч_{спас} + ЗПсут. др.ликв.) \cdot Дн, (4)$$

где $Дн$ – продолжительность ликвидации аварии, дней, в данном случае 1 день.

К работе в зоне ЧС привлекаются: 75 человек из них 45 человек выполняют тяжелую работу, а остальные 30 человека – работу средней и легкой тяжести. В таблице 6 представлены затраты на питание личного состава. Нормы утверждены приказом МЧС России [40].

Таблица 6 – Затраты на питание личного состава формирований, выполняющих работы различной степени тяжести

Наименование продукта	Работы средней тяжести		Тяжелые работы	
	Суточная норма, г/(чел.сут.)	Суточная норма, руб/(чел.сут.)	Суточная норма, г/(чел.сут.)	Суточная норма, руб/(чел.сут.)
Хлеб белый	400	26,06	600	37,5
Крупа разная	80	9,08	100	12,25
Макаронные изделия	30	18,89	50	32,45
Молоко и молокопродукты	300	34,9	500	42,15
Мясо	80	96,15	100	106,23
Рыба	40	61,2	60	77,76
Жиры	40	36,54	50	46,35
Сахар	60	16,7	70	23,7
Картофель	400	23,66	500	27,54
Овощи	150	39,24	180	42,73
Соль	25	8,32	30	10,57
Чай	1,5	8,4	2	9,97
Итого	-	379	-	469

По формуле рассчитываем, что затраты на питание личного состава формирований составят:

$$ЗП. = (469 \cdot 45 + 379 \cdot 30) \cdot 1 = 32475 \text{ руб.}$$

Общие затраты на обеспечение питанием спасательных формирований составят ЗП. = 32475 руб. Обеспечение питанием спасательных служб осуществляется в столовых и за счет средств ООО «Томскнфтехим», на территории которого произошла ЧС.

4.2.1.2 Затраты на оплату труда ликвидаторов аварии

Расчет затрат на оплату труда проводят дифференцированно для каждой из групп участников ликвидации последствий ЧС в зависимости от величины их заработной платы и количества отработанных дней [41].

Расчет суточной заработной платы участников ликвидации ЧС проводят по формуле:

$$\text{ЗФЗП. СУТ}_i = (\text{мес. оклад} / 30) \times 1,15 \times \text{Ч}_i, \quad (5)$$

где Ч_i – количество участников ликвидации ЧС i -ой группы.

Время ликвидации аварии составляет одни сутки.

Таким образом, суммарные затраты на оплату труда всем группам участникам ликвидации последствий ЧС составят:

$$\text{ЗФЗП.} = \Sigma \text{ЗФЗП}_i = 40000 + 42500 + 17500 + 15000 + 7000 + 7185 + +6000 = 135185 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Затраты на оплату труда участников ликвидации последствий ЧС связанных с разрушением РШС-600

Наименование групп участников ликвидации	Заработная плата, руб./месяц	Численность, чел	ФЗПсут, руб./чел.	ФЗП за период проведения работ для i -ой группы, руб
Газоспасатели	30000	16	3500	56000
Пожарные подразделения	34000	15	4250	63750
Отряд механизированной группы	35000	10	1750	17500
Слесаря	25000	15	1250	15000
Охраны завода	16500	4	1750	7000
Медицинская служба	23000	6	1437	8622
Водители различных Т/с	20000	6	1000	6000
Сварщики	40000	3	4500	13500
Итого				187372

В результате проведенных расчетов получим, что фонд заработной платы на оплату труда личного состава формирований РСЧС при проведении работ по ликвидации ЧС на территории ООО «Томскнефтехим» с учетом периода проведения работ составит $ЗФЗП. = 187372$ руб.

4.2.1.3 Затраты на горюче-смазочные материалы

Расчет затрат на горюче-смазочные материалы (ЗГСМ) определяется по формуле [42]:

$$\begin{aligned} ЗГСМ. = & V_{бенз.} \times Ц_{бенз.} + V_{диз.т.} \times Ц_{диз.т.} + V_{мот.м.} \times Ц_{мот.м.} + (6) \\ & + V_{транс.м.} \times Ц_{транс.м.} + V_{спец.м.} \times Ц_{спец.м.} + V_{пласт.см.} \times Ц_{пласт.м} \end{aligned}$$

где $V_{бенз.}$, $V_{диз.т.}$, $V_{мот.м.}$, $V_{транс.м.}$, $V_{спец.м.}$, $V_{пласт.см.}$ – количество использованного бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла, специальных масел, пластичных смазок соответственно, л;

$Ц_{бенз.}$, $Ц_{диз.т.}$, $Ц_{мот.м.}$, $Ц_{транс.м.}$, $Ц_{спец.м.}$, $Ц_{пласт.м.}$ – стоимость бензина, дизельного топлива, моторного масла, трансмиссионного масла, специальных масел, пластичных смазок соответственно, л/руб.

Цены (за 1 л) на топливо и горюче-смазочные материалы:

- бензин марки 92 – 38,55 руб.;
- дизельное топливо – 40,50 руб.;
- моторное масло ZIC X5 10W-40 на спасательные автомобили – 221 руб.;
- моторное масло для двухтактных двигателей «Интерскол» на спасательную технику 130 руб.;
- трансмиссионное масло ZIC G-5 80W90 – 270 руб.;
- специальное масло – 90 руб.;
- пластичные смазки Atoll – 140 руб.

В таблице 8 приведен перечень транспортных средств, используемых при ведении АСДНР на территории ООО «Томскнефтехим» и нормы расхода горюче-смазочных материалов приведенной техники.

Таблица 8 –Техника и нормы расхода горюче-смазочных материалов за 5 часов работы

Тип автомобиля	Кол-во	Расход бензина, л	Расход дизельного топлива, л	Расход моторного/транско/спец. масел, л	Расход смазки, кг
Автомобиль комбинированного тушения АКТ-2/5 КрАЗ-63221	3	-	50	2,2/0,3/0,1	0,2
Камаз	2	-	65	2,1/0,3/0,1	0,25
АСМ-41-02 на базе ГАЗ-27057	1	50	-	2,2/0,25/0,1	0,25
Экскаватор	1	-	150	2,8/0,4/0,1	0,3
ГАЗ-32214 Скорая	1	50	-	2,2/0,25/0,1	0,25
АСМ-4 на базе УАЗ 3909 (с прицепом)	1	50	-	2,2/0,25/0,1	0,25
АСМ 48 031 на базе ПАЗ 3206	1	80	-	2,1/0,3/0,1	0,3
Итого	10	230	265	15/2,35/1	1,8

Общие затраты на ГСМ составят:

$$\begin{aligned} \text{ЗГСМ.} &= 230 \cdot 38,55 + 265 \cdot 40,50 + 15 \cdot 130 + 2,35 \cdot 270 + 1 \cdot 90 + 1,8 \cdot 140 = \\ &= 22514 \text{ руб.} \end{aligned}$$

На обеспечение техники горюче-смазочными материалами потребуется:

$$\text{ЗГСМ.} = 22514 \text{ руб.}$$

4.2.1.4 Затраты на амортизацию используемого оборудования и технических средств

Величина амортизации используемого оборудования, технических средств определяется, исходя из их стоимости, нормы амортизации и количества дней, в течение которых это оборудование используется, по следующей формуле [43]:

$$ЗА. = [(На \times Сст / 100) / 360] \times Дн, \quad (7)$$

где На – годовая норма амортизации данного вида ОПФ, %;

Сст – стоимость ОПФ, руб.;

Дн – количество отработанных дней.

В таблице 9 представлен расчет величин амортизационных отчислений

Таблица 9 – Расчет величины амортизационных отчислений для используемой техники

Наименование использованной техники	Стоимость, руб.	Кол-во, ед.	Кол-во отработ. дней	Годовая норма амортизации, %	Аморт. отчисления, руб.
Автомобиль комбинированного тушения АКТ-2/5 КрАЗ-63221	6500000	3	1	10	3200
Камаз	1600000	2	1	10	2200
АСМ-41-02 на базе ГАЗ-27057	850000	1	1	14,3	296
Экскаватор	2000000	1	1	10	555
ГАЗ-32214 Скорая	900000	1	1	14,3	1355
АСМ-4 на базе УАЗ 3909	600000	1	1	14,3	295
АСМ 48 031 на базе ПАЗ 3206	1500000	1	1	12,5	645
Итого					8546

Результаты расчетов затрат за использование оборудования и технических средств, необходимых для локализации пожара и ликвидации ЧС на НПЗ составляют $ЗА. = 8546$ руб.

4.2.1.5 Затраты на материалы и спецодежду, израсходованных при ликвидации ЧС

В таблице 10 приведены затраты на материал и спецодежду необходимые для ликвидации ЧС.

Таблица 10 – Затраты на материал и спецодежду

Наименование затрат	Кол-во	Цена руб.	Стоимость, руб.
Пенообразователь ПО-6ЦТ[7]	11т	102000	1122000
Сбор, вывоз, сжигание Пенообразователь ПО-6ЦТ	10т	20000	30000
Костюмы Л1	4 шт	1600	6400
Фильтр противогазовый	8 шт	500	4000
Перчатки рабочие	50 шт	20	1000
Итого			1163400

Результаты расчетов затрат на материал и спецодежду, необходимые для ликвидации ЧС, составляют $ЗМ. = 1163400$ руб.

Расходы на локализацию (ликвидацию последствий) аварии:

$$РЛ. = ЗП. + ЗФЗП. + ЗГСМ. + ЗА. + ЗМ. \quad (8)$$

$$РЛ. = 32475 + 180750 + 22514 + 8546 + 1163400 = 1407685 \text{ руб.}$$

4.2.2 Расходы на расследование причин аварии

Затраты на расследование причин аварии принимаем в размере 30 % от расходов на локализацию (ликвидацию последствий) аварии [44]:

$$PP. = (1407685 \cdot 30) / 100 = 422305 \text{ руб}$$

Таким образом затраты на локализацию (ликвидацию последствий) аварии при разрушении РШС-600 с СУГ на НПЗ ООО «Томскнефтехим» составят:

$$ПЛ. = РЛ. + РР. \quad (9)$$

$$ПЛ. = 1407685 + 422305 = 1829990 \text{ руб.}$$

4.3 Косвенный ущерб

Косвенный ущерб будет определяться: величиной доходов, недополученных предприятием в результате простоя; зарплатой и условно-постоянными расходами предприятия за время простоя; убытками, вызванными уплатой различных неустоек, штрафов, пени; убытками третьих лиц из-за недополученной ими прибыли [45].

Установка продолжает работать по резервной схеме предусмотренной на случай аварии.

Убытки, вызванные уплатой различных штрафов, пени и прочего, не учитываются, так как на предприятие не накладывались.

Так как соседние организации не пострадали от аварии, недополученная прибыль третьих лиц не рассчитывается.

Таким образом, косвенный ущерб будет равен:

$$УК = 0 \text{ руб.}$$

4.4 Экологический ущерб

При расчете экологического ущерба оценивалось загрязнение атмосферного воздуха:

Загрязнение атмосферного воздуха определяется по следующей формуле:

$$УА=5 \times \Sigma (Н_{бав} \times М_{ав}) \times К_{и.} \times К_{эав}. \quad (10)$$

где $Н_{бав}$ – базовые нормативы платы за выброс 1 т. загрязняющих веществ в атмосферу в пределах установленных лимитов. $Н_{бав}$ принимаем равным 50 руб./т соответственно п. 2.8 [15];

$М_{ав}$ – количество вещества, попавшего в атмосферный воздух при аварии (оценивается в соответствии с методикой п. 2.14 [15];

$К_{и.}$ – коэффициент индексации платы за загрязнение окружающей природной среды. (принимаем равным 94 согласно п. 2.26 [15];

$К_{эав.}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории по состоянию атмосферного воздуха. Для данного района при выбросе загрязняющих веществ в атмосферу городов и крупных промышленных центров (см. п. 2.8): $К_{эав.} = 1,4$ [15].

$$УА.=5 \cdot (5 \cdot 18) \cdot 94 \cdot 1,4=592200 \text{руб}$$

Оценка ущерба от загрязнения земель не производилась т.к. пролив осуществлял на подстилающую поверхность.

В таблице 11 представлены итоги расчета ущерба

Таблица 11 – Итоговая таблица значений

Вид ущерба	Величина ущерба, руб.
Прямой ущерб	585750
Затраты на локализацию аварии	1829990
Социально-экономические потери	0
Косвенный ущерб	0
Экологический ущерб	592000
Итого	3007940

В ходе проделанной работы был рассчитан прямой ущерб (585750руб.),затраты на ликвидацию, (1829990 руб.) и экологический ущерб(592000руб.). Общая сумма ущерба составила 3007940 руб.

Социально-экономические потери и косвенный равны нулю, так как в следствие пожара травмированных и погибших нет, значит и расходов на компенсации и проведение мероприятий в следствии гибели людей, не будет. Анализируя результаты, приведенные в разделе, можно сделать вывод о том, что авария может повлечь за собой большой материальный ущерб и привести к значительным затратам при восстановлении производства.

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места. Анализ вредных и опасных производственных факторов

Объектом исследования является рабочее место оператора (РШС-600 с ГГ) ООО «Томскнефтехим». Резервуар, находящийся на территории объекта, является герметичным, следовательно, выделение паров и возможность пролива продукта отсутствует.

Операторская представляет собой комнату размерами 6х5 метра, высотой 4 метра, стены операторской светлого цвета. Потолок оклеен плиткой белого цвета; на полу – светлый линолеум. Рабочее место оборудовано персональным компьютером и технологическим оборудованием. Опорные конструкции и конструкции перекрытий выполнены из металла и железобетона [46].

Характеристика зрительной работы – очень высокой точности. Категория работ по критерию напряженности труда относится ко 2 классу, по критерию тяжести труда – к первому классу.

Разряд зрительной работы – II, подразряд «Г».

Помещение операторской вентилируется естественным путем; освещение комнаты – как естественное, так и искусственное. Источниками света является один встраиваемый светильник с матовым плафоном под 2 люминесцентные лампы 2×80 Вт, для данного помещения очень низкий источник искусственного освещения, в следствие чего при долговременной работе может произойти ухудшение зрения. [47]

Выделение пыли в помещении минимальное; ежедневно проводится влажная уборка. В холодное время года температура воздуха (при работающем отоплении) составляет 22-24°C, в теплое время года – 24-26°C.

5.2 Анализ вредных и опасных факторов

В результате анализа рабочего места выявлены следующие вредные факторы:

- электромагнитные излучения;
- производственные метеоусловия;
- воздействие шума.

Электромагнитные поля, излучаемые монитором, вызывают изменение обмена веществ на клеточном уровне, нарушение деятельности сердечно-сосудистой и центральной нервной системы, нарушаются биологические процессы в тканях и клетках, также воздействует на органы зрения и органы половой сферы.

Значения допустимых значений электромагнитных излучений регламентируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [48]. Фактические параметры представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Фактические параметры следующие

Наименование фактора, ед.измерения	Фактическое значение	Значение по нормам	Класс условий труда
Напряженность электростатического поля, кВ/м	0,11	15	2
Напряженность переменного электрического поля, В/м			
Диапазон 5Гц – 2 кГц	8,3	25	3.1
Диапазон 2 кГц – 400 кГц	0,2	2.5	2
Плотность магнитного потока, нТл			
Диапазон 5Гц – 2 кГц	15	250	2
Диапазон 2 кГц – 400 кГц	1	25	2

Установленный на рабочем месте монитор удовлетворяет всем необходимым требованиям безопасности относительно уровня электромагнитного излучения.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды

поверхности тела расширяются. При понижении температуры окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются. Приток крови к поверхности тела замедляется, и отдача тепла уменьшается.

Повышенная влажность ($\varphi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию вследствие снижения испарения пота, а слишком низкая влажность ($\varphi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Движение воздуха в помещении является важным фактором, влияющим на самочувствие человека.

Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха.

Общие санитарно-гигиенические требования к показателям микроклимата рабочей зоны устанавливает стандарт ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [49].

В помещении операторской используется компьютерная техника, следовательно, параметры микроклимата должны соответствовать нормам для помещений с ЭВМ.

Реальные параметры микроклимата операторской следующие:

- категория работы по напряженности труда–2;
- категория работы по тяжести труда–1;
- температура воздуха: в холодное время года (искусственное отопление) составляет от плюс 22 до плюс 24°C; в теплое от плюс 24 до плюс 26 °C;
- относительная влажность воздуха: в холодное время года составляет 20 %; в теплое – 21 %.

Таким образом, реальные параметры микроклимата кабинета оператора соответствуют нормативным параметрам для данного вида работ.

Проявление вредного воздействия шума на организм человека разнообразно: шум с уровнем 80 дБ затрудняет разборчивость речи, вызывает

снижение работоспособности и мешает нормальному отдыху при воздействии шума с уровнем 100-120 дБ на низких частотах и 80-90 дБ на средних и высоких частотах может вызвать необратимые потери слуха, характеризующиеся постоянным изменением порога слышимости. Для нормального существования, чтобы не ощущать себя изолированным от мира, человеку нужен шум в 10–20 дБ.

При длительном воздействии шума на человека происходят нежелательные явления: снижается острота зрения, слуха, повышается кровяное давление, понижается внимание. Сильный продолжительный шум может стать причиной функциональных изменений сердечно-сосудистой и нервной систем.

Допустимые параметры регламентируются ГОСТ 12.1.050 – 86 «Методы измерения шума на рабочих местах» [50].

Поскольку в исследуемом помещении уровень шума, согласно замерам, составляет 41 дБ, а нормой является уровень 60 дБ, разработка и внедрение систем защиты от шума в данном случае является нецелесообразной.

5.3 Опасные производственные факторы

При анализе опасных факторов были выявлены следующие опасные факторы:

- электроопасность;
- пожароопасность.

Электрический ток представляет собой скрытый тип опасности, т.к. его трудно определить в токоведущих и нетокведущих частях оборудования, которые являются хорошими проводниками электричества. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает 0,05 А, ток менее 0,05А – безопасен (до 1000 В).

В рассматриваемом помещении, находятся применяемые в работе компьютеры и принтер, которые представляют собой опасность повреждения переменным током. Источники постоянного тока в кабинете отсутствуют.

Общие травмы, вызванные действием электрического тока – электрический удар, могут привести к судорогам, остановке дыхания и сердечной деятельности. Местные травмы: металлизация кожи, механические повреждения, ожоги, также очень опасны.

Кабинет оснащен средствами защиты от электрического тока, все электрические приборы имеют заземление.

Молниезащита зданий, сооружений и наружных установок, выполнена в соответствии с «Инструкцией по устройству молниезащиты зданий и сооружений» РД 34.21.122-87 [51].

При эксплуатации ЭВМ пожар может возникнуть в следующих ситуациях:

- короткое замыкание;
- перегрузки;
- повышение переходных сопротивлений в электрических контактах;
- перенапряжение;
- неосторожное обращение работника с огнем.

Пожарная профилактика традиционно ограничивалась обучением технике безопасности и мерами по предупреждению пожаров и всегда входила в обязанности сотрудников Отдела профилактики Пожарной части №8 ООО «Томскнефтехим». Сегодня круг мероприятий по пожарной профилактике расширен, и в него вошли проверка и утверждение проектов строительства, контроль за выполнением норм по пожарной безопасности, борьба с поджогами (в т.ч. с поджиганием сухой травы), сбор данных, а также инструктаж и обучение широкой общественности и специальных контингентов.

Согласно НПБ 105-03 все объекты в соответствии с характером технологического процесса по взрывопожарной и пожарной опасности

подразделяются на 5 категорий. Исследуемое помещение относится к категории В.

Разработаны следующие меры пожаротушения: предусмотрена пожарная сигнализация в здании, имеется пожарный рукав, три эвакуационных выхода. Планы эвакуации расположены на каждом этаже, проводятся соответствующие инструктажи, ознакомление с нормативными документами.

5.4 Охрана окружающей среды

Рассматривается рабочее место на исследуемом предприятии, которое занимается обеспечением безопасной работы резервуара РШС-600. Характер производственной деятельности не предполагает наличие стационарных источников загрязнения окружающей среды. Однако существует проблема отходов большого количества бумаги. Проблема отходов бумаги усложняется тем, что ее естественное разложение требует определенного времени – от 2 до 10 лет.

Вторичное использование материалов решает целый комплекс вопросов по защите окружающей среды. Например, использование макулатуры позволяет при производстве 1 т бумаги и картона экономить 4,5 м³ древесины, 200 м³ воды и в 2 раза снизить затраты электроэнергии. Для изготовления такого же количества бумаги требуется 15–16 взрослых деревьев. К переработке принимаются газеты, компьютерные распечатки, блокноты, конверты без пластиковых «окошек», телефонные справочники, журналы на глянцевой бумаге, различные канцелярские бланки и коробки из гофрированного картона. Все бумажные отходы должны быть сухими и чистыми [52].

5.5 Организационные мероприятия по улучшению искусственного освещения

Освещение – электромагнитное излучение оптического диапазона. Перенос энергии без вещества. Делится на естественное и искусственное.

Освещенность – мера количества света равномерно распределенного на 1 м².

Последствия нерационального освещения: повышенная утомляемость; близорукость; катаракта – помутнение хрусталика; травматизм; снижение производительности, качества.

Мероприятия проводимые по профилактике недостаточности освещенности, коллективной и индивидуальной защите: выбор рациональной схемы освещения; установка дополнительного светового оборудования; производственно-лабораторный контроль; профилактические медицинские осмотры; аттестация рабочих мест; средства индивидуальной защиты.

Произведем расчет светового потока.

Осуществим размещение осветительных приборов. Используя соотношения для наилучшего расстояния между светильниками $\lambda = L/h$, а также то, что $h = h_2 - h_1 = 2,5$ м, из соотношений для расположения светильников находим $\lambda = 1,4$, следовательно, $L = \lambda \times h = 3$ м. Расстояние от стен помещения до крайних светильников – $L/3 = 1$ м.

Исходные данные для расчета:

Размеры помещения: $A = 6$ м, $B = 5$ м, $H = 4$ м;

Величина светового потока лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E \times k \times S \times Z}{n \times \eta}, \quad (11)$$

где Φ – световой поток каждой из ламп;

E – минимальная освещенность, $E = 200$ лк;

k – коэффициент запаса, $k = 1,5$;

S – площадь помещения, $S = 30$ м²;

n – число ламп в помещении, $n = 2$ шт;

η – коэффициент использования светового потока, $\eta = 0,51$;

Z – коэффициент неравномерности освещения, $Z = 0,9$.

Результат расчета величины светового потока $\Phi = 6480$ лм.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h \times (A + B)}, \quad (12)$$

где S – площадь помещения, м²;

h – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м;

A, B – размеры сторон помещения.

Результат расчета величины светового потока $i = 1,09$

Исходя из расчетов величины светового потока $\Phi = 6480$ лм для светильников типа ОД, определяем лампы типа ЛБ и мощностью 125 Вт.

Таким образом, система общего освещения операторской должна состоять из 2 двухламповых светильников типа ОД с люминесцентными лампами ЛБ 125 Вт, построенных в 1 ряда по 2 светильника, схема расположения представлена на рисунке 4.

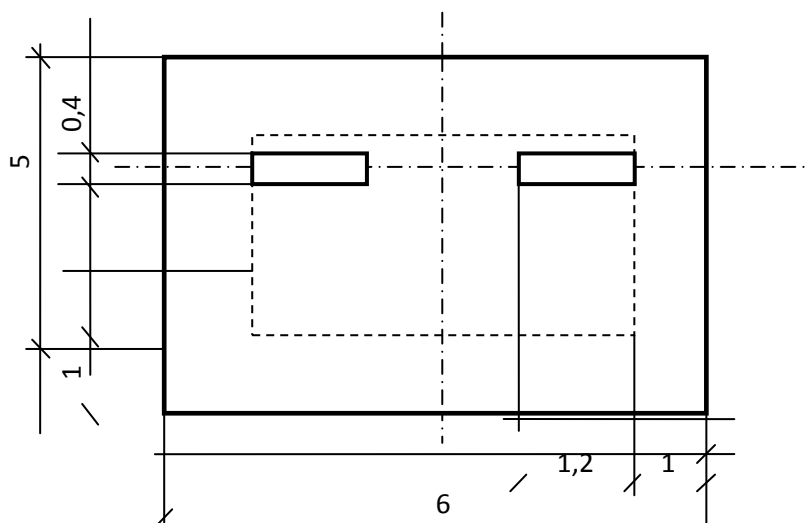


Рисунок 4 – Схема расположения светильников

В ходе проделанной работы по главе социальной ответственности был рассчитан световой поток и составлена система общего освещения операторской. При принятии данных мер рабочее место будет соответствовать необходимым требованиям, предъявляемым к рабочему месту оператора ООО «Томскнефтехим».

Заключение

По статистике аварии на нефтеперерабатывающем предприятии чаще всего происходят по таким причинам как:

- ошибочными действиями персонала;
- разгерметизация (разрыв) хранилища;
- отказами (неполадками) оборудования;
- внешними воздействиями природного и техногенного характера.

Предотвращение пожаров и взрывов является важнейшей составной частью общей проблемы обеспечения пожаро- и взрывобезопасности различных объектов, и поэтому ей уделяется первостепенное внимание при решении вопросов защиты объектов при аварии. Решение которых в свою очередь предусматривает оценку пожаро- и взрывоопасных производств и назначение различных мероприятий организационного и технического характера, которые регламентируются различными нормативными документами

Выводы:

Предприятия нефтехимии является потенциально опасным производственным объектом, подлежащий обязательному декларированию.

- по древу событий полного разрушения ШРС-600 выявлены следующие опасные исходы: огненный шар; пожар-вспышка и взрыв ТВС;

при помощи программы ТОКСИ+Risk рассчитаны коллективный и индивидуальный риск при разрушении резервуара хранения сжиженного газа объемом 600 м³. Коллективный риск составил – $0,6 \times 10^{-6}$ чел/год; индивидуальный риск – $9,9 \times 10^{-9}$ чел/год. Согласно статьи 93 Федерального закона № 123-ФЗ риски являются приемлемыми;

- Произведен расчет экономического ущерба при возникновении чрезвычайной ситуации на нефтехимическом предприятии ООО «Томскнефтехим», который составляет 3007940 руб.

Список использованных источников

1. Об утверждении «Руководства по безопасности для складов сжиженных углеводородных газов и легковоспламеняющихся жидкостей под давлением»: Приказ Ростехнадзора от 26.12.2012 № 778. – 2012. Ст. 2168.
2. ГОСТ Р 22.1.10-2002 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг химически опасных объектов, 2002. – 24 с.
3. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности, 2012. – 21 с.
4. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ. (ред. от 13.07.2015) [Электронный ресурс] / Консультант Плюс: Законодательство. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=183010>. Дата обращения 18.03.2018.
5. ГОСТ Р 22.8.05-99 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Аварийно-спасательные работы при ликвидации последствий аварий на химически опасных объектах. Общие требования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 7 с.
6. Об утверждении «Порядка оформления декларации промышленной безопасности опасных производственных объектов и перечня включаемых в нее сведений»: Приказ Ростехнадзора от 29.11.2005 № 893 (ред. от 15.08.2017) – 34 с.
7. Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»: Приказ Ростехнадзора от 13.05.2015 № 188 – 40 с.
8. Об утверждении норм пожарной безопасности «Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите

автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией» (НПБ 110-03): Приказ МЧС РФ от 18 июня 2003 г. № 315 – 22 с.

9. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования. – 52 с.

10. «Правила устройства и безопасной эксплуатации факельных систем (ПУ и БЭФ-91)» НПА ОП 23.2-1.02-91 от 12.03.1991 г. –

11. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности нефтегазоперерабатывающих производств»: Приказ Ростехнадзора от 29.03.2016 № 125

12. ГОСТ Р 57431-2017 от 01.01.2018 (ИСО 16903:2015) Газ природный сжиженный. Общие характеристики, 2017 – 18 с.

13. Об утверждении свода правил «Хранилища сжиженного природного газа. Требования пожарной безопасности» СП 240.1311500.2015.: Приказ МЧС России от 20.08.2015 № 452

14. Корниенко В.С. Сооружение резервуаров / В.С. Корниенко, Б.В. Поповский. – Стройиздат. Москва. 1971.-224 с.

15. «Инструкция по проведению комплексного технического освидетельствования изотермических резервуаров сжиженных газов. РД 03-410-01»(утв. Постановлением Госгортехнадзора РФ от 20.07.2001 N 32)

16. Пожарная опасность веществ и материалов, применяемых в химической промышленности / под ред. И. В. Рябова. – М.: Химия, 1970. – 336 с.

17. «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах»: (Зарегистрировано в Минюсте России 17.08.2009 N 14541) Приказ МЧС РФ от 10.07.2009 № 404 (ред. от 14.12.2010) – 62 с.

18. Сборник методик по прогнозированию возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий в РСЧС / книга 1 – М.: МЧС России, 1994 г. – 40 с.

19. Тляшева Р.Р., Ковалев Е.М., Чиркова А.Г. Оптимизация расположения оборудования опасных производственных объектов нефтеперерабатывающей промышленности / Р.Р. Тляшев, Е.М. Ковалев, А.Г. Чиркова// Мировое сообщество: проблемы и пути решения: Сб. науч. ст. Уфа: Изд-во УГНТУ, № 18.2005. – 176–180с.

20. ГОСТ Р 53324-2009 Ограждения резервуаров. Требования пожарной безопасности, 2009 – 30 с.

21. Оценка потенциальной опасности технологических установок для переработки углеводородного сырья при прогнозировании возможных аварий / Е.М Ковалев, Г.М. Вахапова // Нефтегазовое дело. – 2003. – 317-325 с.

22. Козлитин А.М. Развитие теории и методов оценки рисков для обеспечения промышленной безопасности объектов нефтегазового комплекса Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. М.: ВНИИГазМ, 2001. – 378 с.

23. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: Учебное пособие / Ахметов С.А., Сериков Т.П., Кузеев И.Р., Баязитов М.И.; Под ред. Ахметова С.А.. СПб.: Недра, 2006. – 815–868с.

24. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. [Электронный ресурс] / КонсультантПлюс: Законодательство. – URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=182705>. Дата обращения 30.04.2017

25. Хуснияров М.Х. Разработка и применение методов анализа риска эксплуатации оборудования технологических установок нефтепереработки. Дисс. доктора тех. наук Уфа: УГНТУ, 2001. – 324с.

26. Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Прогнозирование и оценка. Детерминированные методы количественной оценки опасностей

техносферы: Учебное пособие / Под ред. Попова А.И. Саратов: Сарат. гос. ун-т, 2000. – 124 с.

27. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Под ред. Кочетова К.Е., Котляревского В.А., Забегаева А.В. Книга 1, М.: Издательство Ассоциации строительных ВУЗов, 1995. – 193 с.

28. Методика оценки последствий аварий взрывов топливно-воздушных смесей РД 03-409-01 [Электронный ресурс] / Консультант Плюс: Законодательство. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=334178#0>. Дата обращения 18.03.2018.

29. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение/ М.В. Бесчастнов – М.; Химия, 1991.-432 с.

30. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М.: Стандартиформ, 2014. – 67 с.

31. Ветошкин А.Г. Техногенный риск и безопасность / А.Г. Ветошкин – Пенза: Изд-во Пенз. Гос. Ун-та, 2001.–171 с.

32. Монахов В.Т. Показатели пожарной опасности веществ и материалов. Анализ и предсказание. Газы и жидкости / В.Т. Монахов – М., 2007. – 53 с.

33. Измалков В.И. Безопасность и риск при техногенных воздействиях / В.И. Измалков, А.В. Измалков. – М.: НИЦЭБ РАН, 1994 г.– 269 с.

34. Лазарев Н.В. Вредные вещества в промышленности/ Н.В. Лазарева, Э.Н. Левиной. – Л.: Химия, 1976. – 365 с.

35. Махутов Н.А. Ресурс безопасной эксплуатации сосудов и трубопроводов / Н.А. Махутов, В.Н. Пермяков // Новосибирск: Наука, 2005. – 439–501с.

36. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств (ПБ 09540-03) / Колл.авт.- М.: ГУП «НТИЦ «Промышленная безопасность», 2003. – 125 с.

37. Белов П.Г. Моделирование опасных процессов в техносфере / П.Г. Белов – Киев.; Издательство «КМУГА», 1999.–124 с.
38. Мониторинг опасных производственных объектов нефтегазовой отрасли / Р.Р. Тляшева, А.Г. Чиркова, В.Р. Идрисов, Е.М. Ковалев, Е.В. Давыдова // Нефтегазовое дело. – 2007. Т.4, № 2. – 108–123 с.
39. Попов А.И. Методы экономической оценки промышленной и экологической безопасности высокорисковых объектов техносферы / А.И. Попов, А.М. Козлитин // Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2000. – 216 с.
40. «Методические рекомендации по организации первоочередного жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях и работы пунктов временного размещения пострадавшего населения» (утв. МЧС России 25.12.2013 N 2-4-87-37-14)
41. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений / Я.Д. Вишняков и др. – 3-е изд., испр. – М.: Изд. - Тельский центр «Академия», 2008. – 304 с.
42. О введении в действие методических рекомендаций «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте»: Распоряжение Минтранса России от 14.03.2008 № АМ-23-р (ред. от 14.07.2015) – 40 с.
43. РД 37.009.015-98 Методическое руководство по определению стоимости автотранспортных средств с учетом естественного износа и технического состояния на момент предъявления. – 38 с.
44. «Об утверждении «Методических рекомендаций по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах» (вместе с «Методическими рекомендациями...РД 03-496-02»): Постановление Госгортехнадзора РФ от 29.10.2002 № 63
45. ГОСТ Р 12.0.010-2009 ССБТ. Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков, 2009 – 14 с.

46. Кулешов В.П. Охрана труда в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: Учебник для вузов / В.П. Кулешов.— М.: Химия, 1983. – 472 с.

47. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений, – 2013 с.

48. Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса Руководство 2.2.755-99 [Электронный ресурс] / Библиотека гостов и нормативов Ohranatruda.ru. – URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/6/6854/. Дата обращения 12.03.2017.

49. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны, 1988.— 18 с.

50. ГОСТ 12.1.050-86 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Методы измерения шума на рабочих местах (с Изменением N 1) – 2014. – 24 с.

51. Инструкции по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122-87 [Электронный ресурс] / Библиотека гостов и нормативов Ohranatruda.ru. – URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/2/2794/. Дата обращения 10.02.2017.

52. Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ – 2002. Ст. 2231.

Приложение А

(обязательное)

Оценка числа пострадавших при аварии пожар-вспышка

Отчет по результатам расчетов в программе ТОКСИ+Risk

Протокол модуля

Показатели пересечений площадных объектов с изолиниями действия поражающих факторов аварии

Таблица А.1 – Оценка числа пострадавших при аварии пожар-вспышка

Направление ветра, град.	Пожар-вспышка: ПропанМ=180,00 кг	общее число пострадавших, чел
0	0	0
45	0	0
90	0	0
135	0	0
180	0	0
225	0	0
270	0	0
315	0	0

Максимальное число пострадавших **0** человек

* суммарное значение представляет собой итог по столбцу «число пострадавших» с учетом приведения каждого слагаемого вверх, к ближайшему целому

Приложение Б
(обязательное)
Граница зон поражения



Рисунок Б.1 – Граница зон поражения при пожаре вспышке

Приложение В

(обязательное)

Оценка числа пострадавших

Таблица В.2 – Оценка числа пострадавших при аварии взрыв ТВС

Направление ветра, град.	Граница области сильных разрушений	Нижний порог повреждения человека волной давления, 5 кПа	50%-ое разрушение зданий, 53 кПа	общее число пострадавших, чел
0	0	7	0	7
45	0	7	0	7
90	0	7	0	7
135	0	7	0	7
180	0	7	0	7
225	0	7	0	7
270	0	7	0	7
315	0	7	0	7

Максимальное число пострадавших **7** человек

* суммарное значение представляет собой итог по столбцу «число пострадавших» с учетом приведения каждого слагаемого вверх, к ближайшему целому

Приложение Г
(обязательное)

Расчет последствий воздействия ударных волн при взрыве ТВС

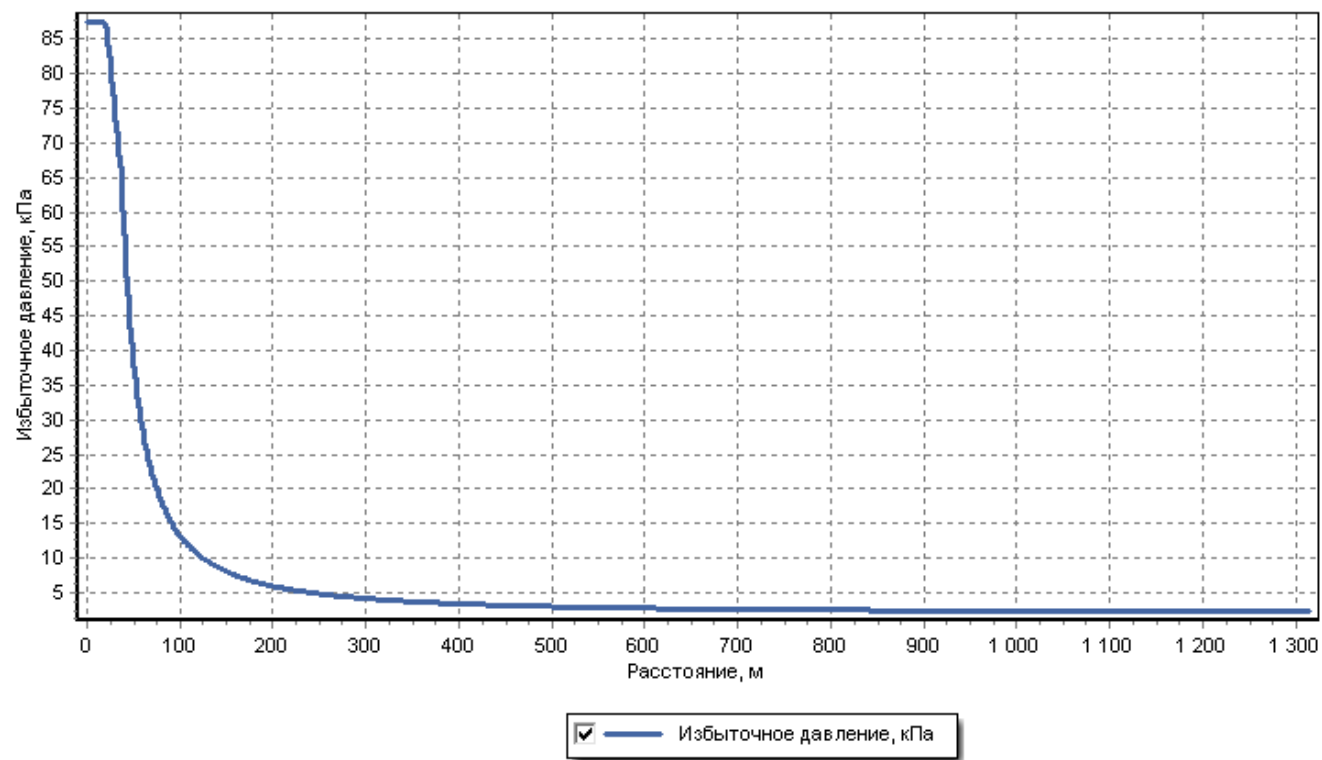


Рисунок Г.1 – График зависимости избыточного давления от расстояния

Приложение Д

(обязательное)

Расстояние вероятного поражения человека при взрыве ТВС

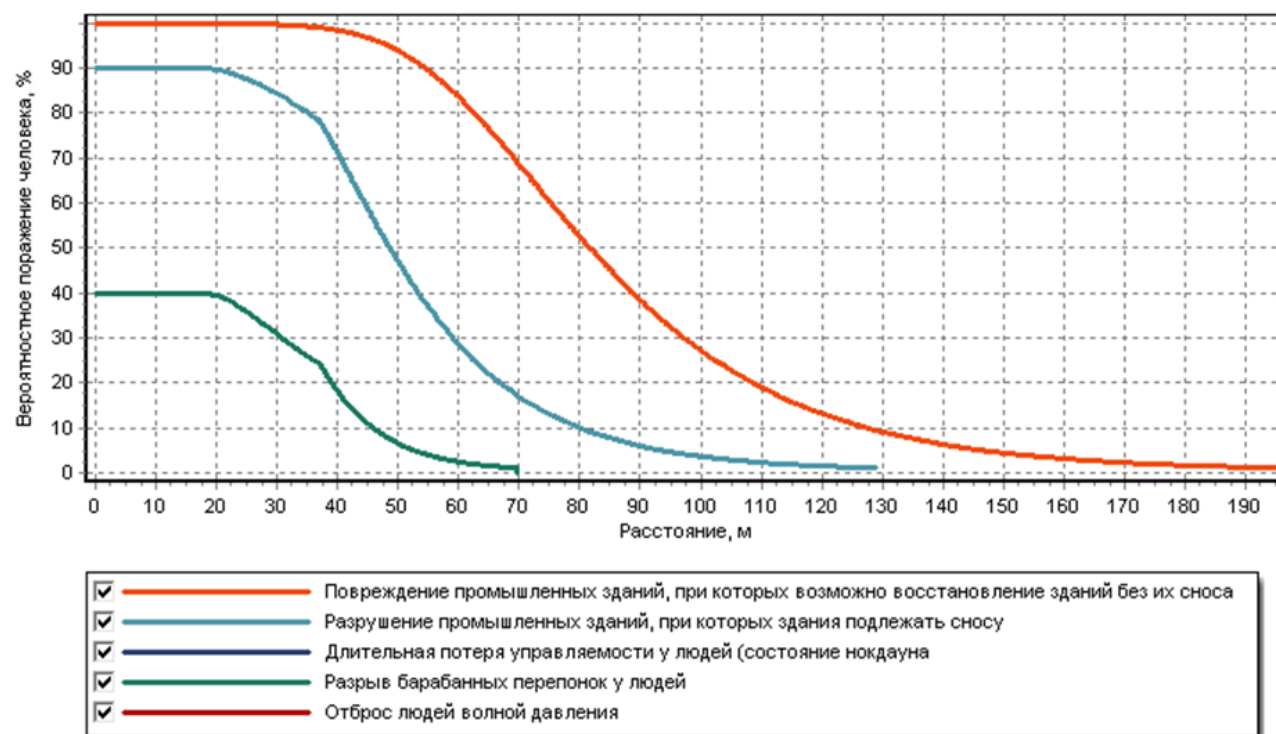


Рисунок Д.1 – График вероятного поражения человека от центра на расстояние

Приложение Е

(обязательное)

Граница зон поражения при ЧС взрыв ТВС



Рисунок Е.1 – Граница взрыва ТВС

Приложение Ж
(обязательное)
Оценка числа пострадавших

Таблица Ж.3 – Оценка числа пострадавших при аварии огненный шар

Направление ветра, град.	Непереносимая боль через 20 сек., 7 кВт/м2	Безопасно для человека в брезентовой одежде, 4,2 кВт/м2	Воспламенение резины, 14,8 кВт/м2	общее число пострадавших, чел
0	0	4	0	4
45	0	4	0	4
90	0	4	0	4
135	0	4	0	4
180	0	4	0	4
225	0	4	0	4
270	0	4	0	4
315	0	4	0	4

Максимальное число пострадавших **4** человека

* суммарное значение представляет собой итог по столбцу «число пострадавших» с учетом приведения каждого слагаемого вверх, к ближайшему целому

Приложение И

(обязательное)

Вероятность смертельного поражения при ЧС огненный шар

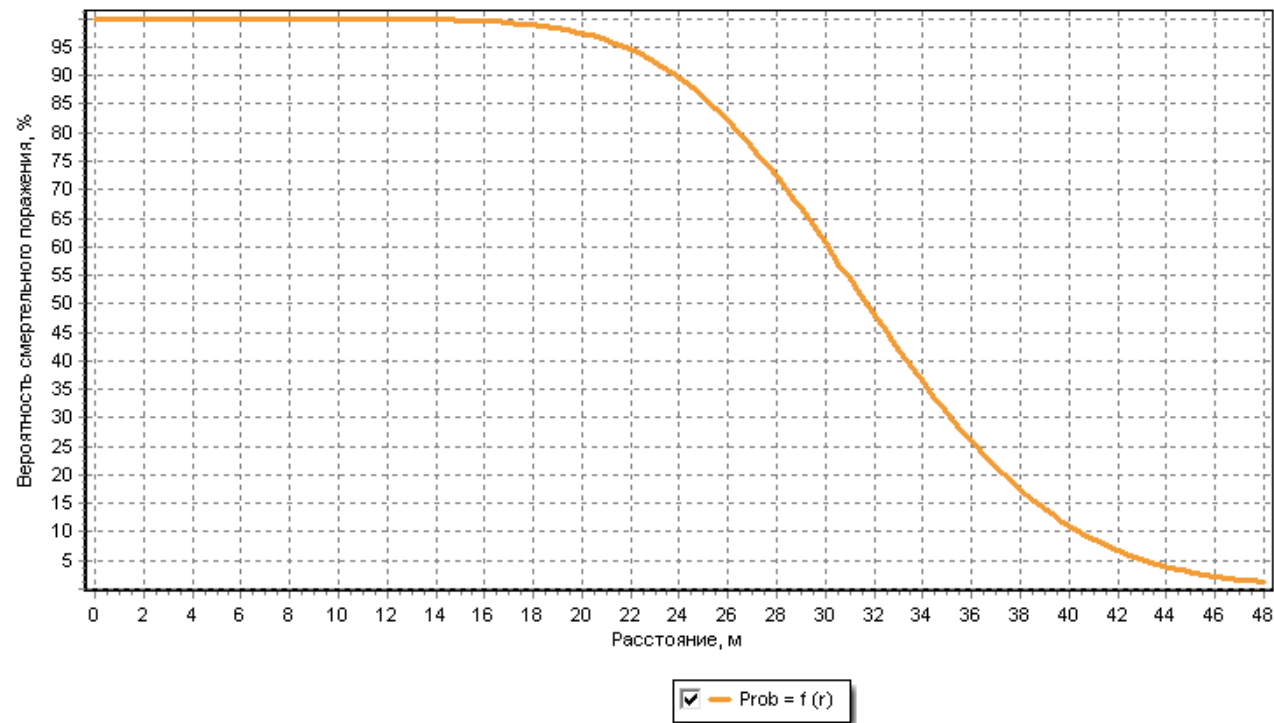


Рисунок И.1 – Зависимость интенсивности излучения от расстояния

Приложение К

(обязательное)

Граница зон поражения при ЧС огненный шар

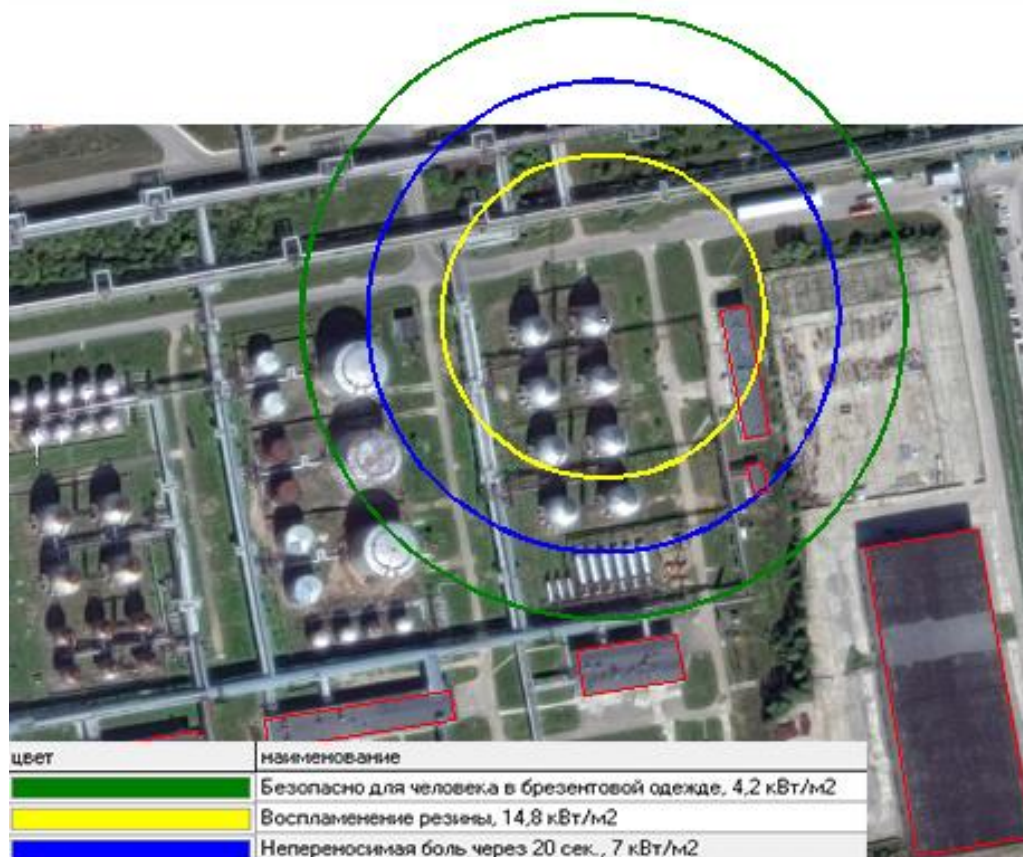


Рисунок К.1 – Границы тепловых волн при огненном шаре

Приложение Л
(обязательное)

Анализ риска

Таблица Л.4 – Количественные показатели риска с детализацией по площадным объектам

№ п/п	Наименование слоя	Число одновременно находящихся людей	Число рискующих	Коэф. присутствия	Коэффициенты защищенности от			Коллективный риск, чел/год	Индивидуальный риск, 1/год
					токсики	взрывов	термического воздействия		
1.	Цех №1	30	30	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00E000	0.00E000
2.	Цех№2	50	50	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00E000	0.00E000
3.	Цех№3	25	25	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00E000	0.00E000
4.	Цех№4	35	35	0.23	0.00	0.00	0.00	1.56E-006	4.46E-008
5.	Операторская	8	8	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00E000	0.00E000
6.	Склад	10	10	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00E000	0.00E000
Итого		158	158	0.23	0.00	0.00	0.00	1.6E-006	9.9E-009

Приложение М

(обязательное)

Поля потенциального риска

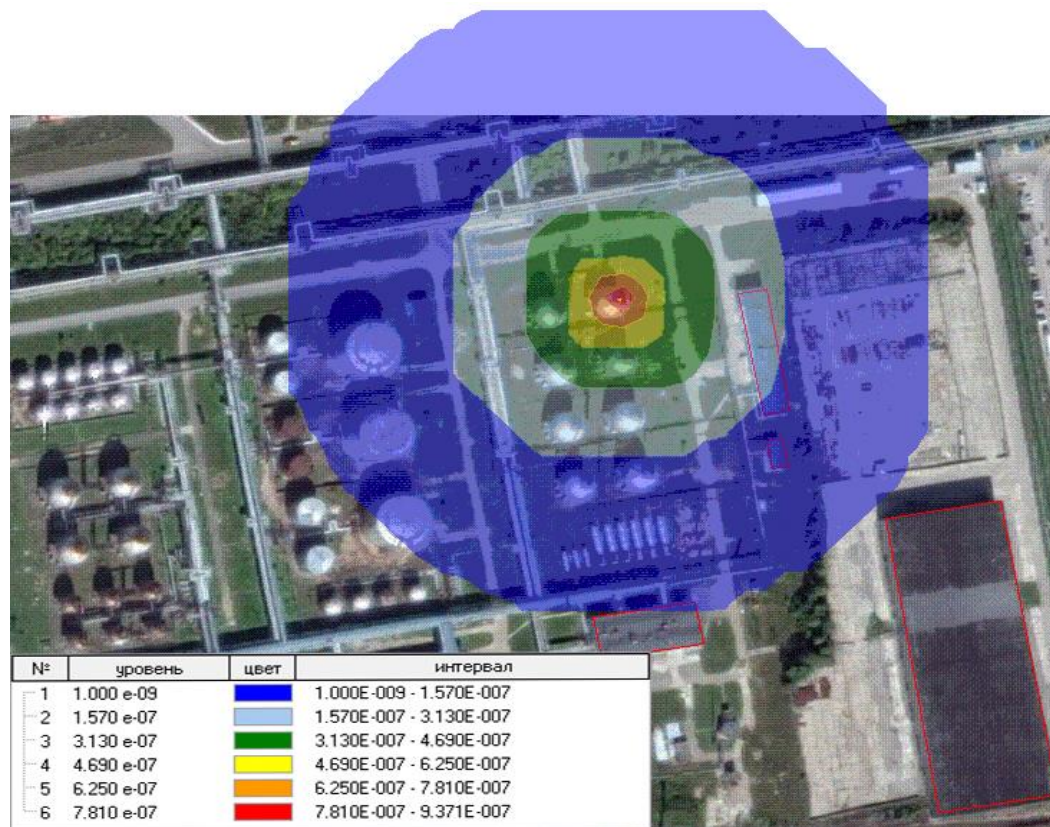


Рисунок М.1 – Ситуационный план аварийной ситуации